EIN NEUER APPARAT

ZUR

STERILISATION ELASTISCHER KATHETER.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

IN DER

MEDIZIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHILFE

UNTER DEM PRÆSIDIUM VON

DR. P. VON BRUNS

O. Ö. PROF. DER CHIRURGIE UND VORSTAND DER CHIRURG. KLINIK IN TÜBINGEN

DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT ZU TÜBINGEN

VORGELEGT VON

MAX RUPRECHT

APPROB. ARZT AUS GÖTTINGEN.

TÜBINGEN, 1898.

H. LAUPP'SCHE BUCHHANDLUNG.

EIN NEUER APPARAT

ZUR

STERILISATION ELASTISCHER KATHETER.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

IN DER

MEDIZIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHILFE

UNTER DEM PRÆSIDIUM VON

Dr. P. von BRUNS

O. Ö. PROF. DER CHIRURGIE UND VORSTAND DER CHIRURG. KLINIK IN TÜBINGEN

DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT ZU TÜBINGEN

VORGELEGT VON

MAX RUPRECHT

APPROB. ARZT AUS GÖTTINGEN.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

TÜBINGEN, 1898.

H. LAUPP'SCHE BUCHHANDLUNG.

Dem Andenken meines Vaters.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552309_0176

Sonderabzug aus **Beiträge zur klinischen Chirurgie.** XXI. Band. III. Heft.

Die Frage der Kathetersterilisation steht gegenwärtig auf der Tagesordnung. Seitdem man erkannt hat, dass die Entstehung des Blasenkatarrhs fast immer auf eine Infektion von aussen bezw. von den ausführenden Wegen her zurückzuführen ist, welche gewöhnlich dem nicht aseptischen Katheterismus zur Last fällt, sind zahlreiche Vorschläge zur Sterilisation der Katheter und Bougies gemacht. Denn mannigfach sind die Schwierigkeiten, welche gerade die am meisten gebräuchlichen elastischen Instrumente den üblichen antiseptischen und aseptischen Verfahren entgegensetzen, und dabei ist es doch unerlässlich, ein absolut zuverlässiges, auch dem Laien leicht verständliches und leicht ausführbares Verfahren zur Sterilisation gerade dieser Katheter ausfindig zu machen. Noch eine weitere Bedingung muss erfüllt werden, dass nämlich die Sterilisation mit überall leicht zu beschaffenden Materialien und einem leicht transportabeln Apparat bewerkstelligt wird.

Viele Prostatiker erfreuen sich im Uebrigen einer guten Rüstigkeit, und viele werden durch Beruf oder Neigung zu häufigen Reisen veranlasst. Diesen muss ein Verfahren oder ein Apparat geboten werden, der es ihnen ermöglicht, sich in jeder beliebigen Kammer dieselben günstigen Bedingungen zu verschaffen wie daheim. Nur zu oft legt eine Reise, die der Erholung dienen sollte, bei dem Prostatiker den Grund zu schwerem Siechtum. Ist es auch ein unerreichbares Ziel, jedem Blasenkatarrh mit Sicherheit vorzubeugen — unerreichbar aus dem gleichen Grund, der uns einer wirklich absoluten Asepsis, d. h. der Verhütung auch jedes unglücklichen Zufalls, für alle Zeit fern halten wird —, so muss doch die fatalistische Auffassung, dass die Komplikation der Cystitis für den Prostatiker nur eine Frage der Zeit sei, ebenso scharf bekämpft werden, wie jede Nachlässigkeit in der Ausbildung unserer relativen allgemeinen Asepsis.

Gehen wir die verschiedenen Sterilisationsverfahren durch, so ergiebt sich von selbst folgende Einteilung:

1) Anwendung flüssiger Desinficientien.
2) Anwendung heisser Luft.
3) Anwendung chemisch keimtötender Dämpfe.
4) Anwendung siedenden Wassers und des Wasserdampfes von 100° C.

Die durchaus unzureichende Wirkung der antiseptischen Lösungen haben Barlow[1]) und Grosglik[2]) durch sorgfältige bakteriologische Untersuchungen erwiesen. Deren Wirkung wurde vordem stark überschätzt, da erst Geppert's[3]) Untersuchungen nachwiesen, dass das scheinbare Sterilbleiben der Bouillons auf dem entwicklungshemmenden Einfluss geringer Mengen des mit in die Nährflüssigkeit übertragenen Desinficiens beruhte. Barlow giebt an, dass es ihm bei Ausschaltung dieses entwicklungshemmenden Einflusses trotz gründlichsten Abreibens und Abseifens niemals gelungen sei, einen vorher mit Staphylococcus aureus inficierten und mit Paraffin eingefetteten Katheter mit Sublimat 1‰, Karbolsäure 5%, Argentum nitr. 1‰ oder andern Antisepticis steril zu machen. Dagegen wurden die Katheter steril, wenn statt des Paraffins Glycerin angewendet wurde, welches sich mit den wässerigen antiseptischen Lösungen vermischte. Barlow empfiehlt darum das Ar-

1) Beiträge zur Aetiologie, Prophylaxe und Therapie der Cystitis. Arch. f. Dermat. u. Syph. 1873. Heft 3, 4 u. 5.

2) Aseptischer Katheterismus. Wiener Klinik 1896. Heft 4 u. 5.

3) Zur Lehre von den Antisepticis. Berl. klin. Wochenschr. 1889. Nr. 36, 37.

gentum nitricum als das wirksamste und die Katheter relativ am wenigsten schädigende Desinficiens und warnt vor der Anwendung der Fette zum Schlüpfrigmachen. In manchen Fällen aber sind doch die Fette zu diesem Zweck ziemlich unentbehrlich, und ausserdem sind auch bei Glycerinanwendung die Resultate, wie Grosglik nachweist, doch nicht immer so befriedigend. Grosglik benützte zu seinen Versuchen nicht wie Barlow nur Stücke der Katheter, sondern ganze und zwar besonders feinkalibrige Katheter, die er mit Staphylokokken und faulendem Urin inficierte. Dabei ergaben 16 Versuche, dass alle Katheter, obwohl nicht eingefettet, trotz gründlichster mechanischer Reinigung und energischster 20—30 Minuten langer Anwendung von Sublimat 1‰ im Innern mehr oder weniger inficiert blieben. Nur zwei Bougies ergaben koloniefreie Platten. Darnach darf man wohl mit Recht bezweifeln, dass ein Laie jemals einen Katheter mit flüssigen Desinficientien wirklich zu sterilisieren im Stande ist.

Da ausserdem alle älteren Verfahren mit antiseptischen Lösungen die Katheter sehr stark angreifen, zumal die, welche Alkohol und Aether zur Entfettung empfehlen, darf ich wohl über die bereits von Barlow und Grosglik kritisierten Verfahren von Albarran, Casper, Tuffier, Desnos, Poncet, Schimmelbusch, Guyon und Reliquet hinweggehen.

In neuerer Zeit empfiehlt Leven[1]) in einer kurzen Mitteilung, die Katheter nur äusserlich energisch mit Alkohol abzureiben und bis zum nächsten Gebrauch in Paraffinum liquidum aufzubewahren, dessen antiseptische Kräfte er, auf Neisser sich stützend, rühmt. Er empfiehlt aber doch bei häufigem Gebrauche tägliche Erneuerung des Paraffins. Irgend einen bakteriologischen Nachweis für die Sicherheit seines Verfahrens bringt Leven nicht. A priori dürfte ohne solchen ein Zweifel erlaubt sein, zumal nach Barlow's erwähnten Erfahrungen mit Paraffin, der es geradezu als den besten Schutz für die Mikroben bezeichnet. Ausserdem ertragen die Instrumente eine energische Alkoholanwendung auf die Dauer sehr schlecht. Die häufige Erneuerung des Paraffins lässt aber auch die zweifellos beste Eigenschaft des Verfahrens, seine Einfachheit, illusorisch erscheinen.

Grössere Aufmerksamkeit verdient ein neuerdings von Wolff[2])

1) Zur Asepsis der Bougies und Katheter. Deutsche med. Wochenschrift. 1897. Nr. 10.

2) Wolff. Versuche mit Glycerin zur Sterilisierung weicher und elastischer Katheter. Centralbl. f. d. Krankh. d. Harn- u. Sex.-Org. 1897. Bd. VIII. Heft 6

angegebenes Verfahren der Sterilisation mittelst Formalinglycerins. Dieses vermag, wie die Tabelle der bakteriologischen Versuche ergiebt, innerhalb 24 Stunden Katheter keimfrei zu machen und gestattet bei Anwendung von Hitze, eventuell auch über 100°, auch eine schnelle Desinfektion. Wolff hängt die Katheter in mit 3%iger Formalinglycerinlösung getränkte Glasröhren oder auch Gummischläuche, in denen sie 24 Stunden verbleiben. Um die Reizwirkungen des Formalins zu vermeiden und die Katheter schlüpfrig zu erhalten, sollen sie dann in eine 20%ige Zuckerglycerinlösung getaucht und danach unmittelbar eingeführt werden. Das Glycerin soll die Katheter vorzüglich konservieren. Ganz fallen aber die Reizwirkungen des Formalins nicht fort, wenn man nicht ein Durch- und Abspülen mit Borsäurelösung oder dergl. vornimmt, und der Autor erklärt es selbst für wünschenswert, ein reizloseres geeignetes Antisepticum aufzufinden. Wolff giebt auch eine Verpackung für seine Glycerinröhren und Schläuche an, die jedoch immer noch ziemlich viel Raum beansprucht. Eine Schnelldesinfektion würde aber noch weitere Apparate, Lampe, Stativ und Kochtopf, erforderlich machen. Auch muss der Nachweis noch erbracht werden, ob das Glycerin auch wirklich in die feinsten Instillatoren völlig eindringt. Die Tabelle giebt nichts über das Kaliber der Katheter an. Sonst aber erscheint mir dieses Verfahren von allen denjenigen, welche flüssige Antiseptica zur Desinfektion verwenden, als das praktischste und auch noch weiterer Verbesserung fähigste.

Vom Standpunkt der Bequemlichkeit aus muss man es ja als ideal ansehen, eine schlüpfrig machende antiseptisch wirkende Lösung ausfindig zu machen, welche 1. zuverlässig alle in Frage kommenden Bakterien in kurzer Zeit abtötet, 2. die Katheter nicht angreift, 3. die Harnröhrenschleimhaut in keiner Weise reizt und 4. dem Oel an Schlüpfrigkeit nicht so erheblich nachsteht wie das Glycerin. Einer völligen Lösung dieser Aufgabe sind wir jedoch zur Zeit noch sehr fern; selbst eine relativ gute dürfte nicht bald zu erwarten sein.

Die Anwendung heisser Luft von 100—130° hat sich zwar nach den Untersuchungen von Délagéniere, Poncet, Desnos, Tuffier, Guyon, Albarran und Grosglik als Sterilisationsmittel bei nicht zu resistentem Infektionsmaterial bewährt. Bei den höheren Temperaturen geht der Prozess auch leidlich rasch vor sich. Stets aber sind dazu Apparate erforderlich, die man nur in grösseren Anstalten findet, und ausserdem umständliche Massregeln zum Schutze der bei solchen hohen Temperaturen in der Trockenheit sehr em-

pfindlichen Katheter. In neuerer Zeit sind in Bezug auf die Heissluftsterilisation meines Wissens keine Vorschläge mehr gemacht worden.

Von chemisch keimtötend wirkenden Dämpfen sind von Guyon, Albarran, Boulanger und Janet schwefelige Säure, von Langelongue und Fourcaud Quecksilberdämpfe zur Desinfektion elastischer Katheter empfohlen. Grosglik hat eingehende Versuche über die Wirkungen der beiden erstgenannten Desinficientien angestellt und kommt zu dem Resultat, dass ihre Wirkung „fast gleich Null" zu setzen ist.

Trotz dieser Ergebnisse, die die grundlegenden Koch-Wolffhügel'schen Versuche betreffs der schwefligen Säure in vollem Umfang bestätigen, ist von Martigny[1]) noch ein neuer Apparat zur Desinfektion elastischer Katheter durch schweflige Säure empfohlen. Das Neue an diesem Apparat besteht nur in einer Vereinfachung bezüglich der Zuleitung der Dämpfe. Eine grössere Gewährleistung für die Zulässigkeit der Sterilisation als bei den älteren Apparaten von Guyon, Boulanger und Janet wird durch diese Verbesserung jedoch nicht geboten. Berücksichtigt man zudem, was Kutner[2]) von dem Zustand so behandelter Sonden und Katheter in der Guyon'schen Klinik berichtet, die nach ein- bis zweimaliger Sterilisation sämtlich „ihre glänzende Oberfläche verloren hatten" und von denen eine ganze Anzahl „sich in einem Zustande der Gebrechlichkeit befand", dass ihm „der Mut fehlen würde, sie noch ein einziges Mal in die Blase einzuführen", so dürfte von diesem Verfahren nicht allzuviel zu erwarten sein.

Eine grössere Bedeutung scheint jedoch der Anwendung der Formalindämpfe zuzukommen.

Zur Beurteilung der Wirkung dieses neueren Antiseptikums empfiehlt es sich auch einen Blick auf einige der nicht nur auf Katheter bezgl. Versuche zu werfen. Cambier und Brochet[3]) haben Formaldehyd durch unvollständige Verbrennung von Methylalkohol entwickelt. Wurde 0,5 g Methylalkohol in 3 Minuten in 20 Liter Luft verbrannt, so wurden in 20 Stunden dieser Luft ausgesetzte Milzbrandsporen abgetötet. Bei stärkerer Koncentration genügte schon kürzere Zeit. Zu ähnlich guten Ergebnissen gelangen bei verschiedener Weise der Darstellung des Gases

1) Nouvel appareil pour la stérilisation des sondes en gomme et en caoutchouc par l'acide sulfureuse. Annal. d. malad. d. org. génit. urin. 1895. Nr. 3.

2) Handhabung der Asepsis und Antisepsis bei der Behandlung der Harnleiden. Therapeut. Monatshefte. Berlin 1894. Heft 7.

3) Sur la desinfection des locaux par l'aldéhyd formique gazeuse. Annal. de micrographie. Tome III. p. 89. 1895.

Schepilewiky[1]), Philipp[2]), Burkhardt[3]) und eine Reihe anderer Autoren. Hingegen kommt Strehl[4]) zu dem Schlussresultat; „Auch 50 ccm reinen Schering'schen Formalins (durch Spray verteilt) genügen nicht, in einer verschlossenen 1/4 cbm grossen Kiste nach 24stündiger Einwirkung bei 20° C. an Seidenfäden angetrocknete Milzbrandsporen und Staphylokokken abzutöten". Die Strehl'schen sehr sorgfältig ausgeführten Versuche haben meines Wissens bisher noch keine volle Bestätigung gefunden. Es wird noch weiterer Arbeiten bedürfen, bis die Ursachen der anscheinend ungleichen Wirkungen des Formalins völlig aufgeklärt sind.

Zur Kathetersterilisation wurde das Formalin in Dampfform zuerst von E. R. W. Frank[5]) empfohlen. Es gelang ihm Reinkulturen von Milzbrandbacillen, Bac. pyocyaneus, prodigiosus, Streptococcus sowie die Bakterien faulenden Harns in 24 Stunden durch Formalindämpfe auch im Innern der Katheter abzutöten. Wenn er in der citierten Arbeit die gänzliche Unschädlichkeit der Formalindämpfe für die Katheter behauptet, so schränkt er doch selbst diese Behauptung in einer späteren, gemeinsam mit Posner[6]) verfassten Arbeit dahin ein, dass bei längerem Gebrauch die Formalindämpfe alle Instrumente angreifen. Auch Oppler[7]) betont, dass die Katheter durch die feuchten Formalindämpfe weich werden, und empfiehlt ein mit Chlorcalcium gefülltes Gefäss in dem Sterilisationskasten anzubringen. Seine Versuche haben ergeben, dass bei einem Formalinverbrauch von 0,2% des Rauminhaltes in 6 Stunden alle mit Kulturen „bestrichenen" oder „darin herumgewälzten" Katheter steril wurden. Mit vegetativen Bakterienformen hat er nicht experimentiert, und über das Eindringen des Gases in das Innere der Katheter geben seine Versuche infolge der oberflächlichen Infektion

1) Schepilewski. Formaldehyd als Desinfektionsmittel. Petersburg 1895. ref. Centralbl. für Bakteriologie.

2) Ueber die Desinfektion von Wohnräumen durch Formaldehyd. Münch. med. Wochenschr. 1894. pag. 426.

3) Zwei Beiträge zur Kenntnis der Formalinwirkung. Centralbl. f. Bakteriol Bd. XVIII. Nr. 9 u. 1895. (S. das. auch weitere Litteratur über Formalin).

4) Beiträge zur Desinfektionskraft des Formalins. Centralbl. f. Bakteriologie. 1896. Bd. XIX. Nr. 20.

5) Weitere Mitteilungen zur Kathetersterilisation. Berl. klin. Wochenschr. 1898. Nr. 44.

6) Ueber elastische Katheter. Centralbl. f. d. Krkh. d. Harn- und Sex.-Organe. 1897. Bd. VIII. Heft 1 und 2.

7) Zur Sterilisation elastischer Katheter mittels Formaldehyddämpfen. Münchner med. Wochenschr. 1896. Nr. 44. (S. das. auch weitere Litteratur über Katheter-Sterilisation mit Formaldehyd).

keinen Aufschluss. Ich möchte die Vermutung aussprechen, dass das Chlorcalcium, welches bei diesen Versuchen anscheinend nicht angewendet wurde, noch eine Verlangsamung der Sterilisation bedingen wird. Wenigstens legt eine Bemerkung Burkhardt's diese Vermutung nahe, welcher sagt: „Trockene Sporen widerstanden dem Formalindampf dreimal länger als angefeuchtete." Auch Schepilewski giebt an, dass für trockene Objekte bei Formaldehydanwendung die doppelte Sterilisationszeit erforderlich sei wie für feuchte. Ferner ist auch die antiseptische Kraft des Trioxymethylens, eines Polymers des Formaldehyds, welches infolge der Trockenheit seiner Dämpfe fast frei ist von schädigenden Einflüssen auf die Katheter, erheblich geringer als die des Formalins. Vielleicht ist auch hier die Ursache der schwächeren Wirkung eben die Trockenheit der Dämpfe.

Alles in allem aber mag sich die Formalindesinfektion durch Dämpfe wie die durch Lösungen in vielen Fällen als ein brauchbares Verfahren erweisen, das auch noch weiter vervollkommnet werden mag. Um ein abschliessendes Urteil auszusprechen, fehlt es aber auch hier noch an umfassenden bakteriologischen Untersuchungen, speziell bezüglich der Katheter mit sehr feinem Lumen. Ein Uebelstand aber scheint bei der Formalinverwendung unvermeidlich, den Kutner[1]) besonders hervorhebt. Ebenso wie Claisse, Janet und Alapy hat Kutner sehr unangenehme Reizerscheinungen beim Gebrauch in dieser Weise desinficierter Katheter beobachtet, wenn nicht sehr sorgfältig alles Formalin von dem Katheter entfernt war. Bei einem Abwischen oder Abspülen der Katheter mit folgendem Abtrocknen ist aber stets wieder eine Quelle der Verunreinigung geöffnet.

Eine grosse Reihe von Aerzten und Prostatikern wird daher ein Verfahren vorziehen, welches mit wenig Umständen statt in ca. 12 Stunden in allerkürzester Frist und mit absoluter Sicherheit einen Katheter keimfrei macht, sei dies nun ein feiner Instillator oder der dickste Nélaton-Katheter mit nicht ausgefülltem Blasenende. Dies leistet ganz allein die Sterilisation durch feuchte Hitze. So lange also nicht für andere Methoden das erste Erfordernis: unbedingte Zuverlässigkeit bei allen nur denkbaren Kathetersorten und Verunreinigungen nachgewiesen ist, muss vom theoretischen Standpunkte aus diesem Verfahren bedingungslos der

1) Kutner. Technik und praktische Bedeutung der Asepsis bei der Behandlung der Harnleiden. 1897. Berlin, Hirschwald.

Vorrang eingeräumt werden. Aber auch vom praktischen Standpunkt sind wir darauf angewiesen, diese Methode, welche schon jetzt in fast jeder Beziehung allen andern überlegen ist, auf jede denkbare Weise zu vervollkommnen.

Eine Reihe verschiedener Apparate und Methoden sind zum Zweck der Sterilisation elastischer Katheter durch feuchte Hitze angegeben.

Alapy[1]) war wohl der erste, welche den Wasserdampf als Sterilisationsmittel für elastische Katheter empfahl. Sein Verfahren bestand darin, die Katheter gut gesäubert und getrocknet in Fliesspapier einzuwickeln, dann die einzelnen Pakete in eine auf beiden Enden mit Watte verstopfte weite Glasröhre zu stecken und diese 30, 25 oder 20 Minuten strömendem Dampf auszusetzen. Die mit Micrococcus ureae inficierten Instrumente wurden auf diese Weise „presque sans exception" steril. Alapy's Verfahren ist, da es einen grösseren Sterilisationsapparat erfordert, nur für Kliniken und Spezialisten geeignet.

1892 gab Farkas[2]) einen kleinen an einem Holzstiel in der Hand zu haltenden Apparat an, in welchem man über einer Lampe oder Flamme schnell Dampf entwickeln konnte. Dieser strömte aus einem rechtwinklig umgebogenen konischen Rohre aus, auf welches die Katheter gesteckt wurden. Der Apparat sollte nur dazu dienen, das Innere der Katheter zu sterilisieren. Dass er diesem Zweck bei Kathetern mit nicht ausgefülltem Blasenende gar nicht entsprechen kann, liegt auf der Hand. Aeusserlich musste dann nach der Dampfprozedur der Katheter noch wie gewöhnlich mit antiseptischen Lösungen desinficiert werden.

Viel Anklang fand das Verfahren nicht. Aber es scheint zu der Annahme geführt zu haben, dass es unter allen Umständen bei der Dampfsterilisation erforderlich sei, einen Dampfstrom durch das Lumen des Katheters hindurchzupressen. Wenigstens gründen sich alle nun folgenden Apparate und Methoden auf diese Annahme.

Zunächst veröffentlichte 1892 Kutner[3]) einen Apparat, den er

1) Sur la stérilisation des instruments en gomme. Annales des malad. des org. gén. urin. 1890. pag. 424. ff.

2) Die Bedeutung der Asepsis bei der Behandlung der Urogenitalaffektionen. Pester med.-chir. Presse. 1893. Nr. 10. Referat in Centralbl. f. Chir. 1893. Nr. 42.

3) Ein einfacher Apparat zum Sterilisieren von weichen Kathetern (und Bougies). Therapeut. Monatshefte. 1892. Heft 11. pag. 627.

in den folgenden Jahren in Einzelheiten noch mehrfach vervollkommnete, ohne jedoch am Prinzip etwas zu ändern. Dies besteht darin, dass die Katheter auf durchlochte konische Rohre aufgesteckt werden, die durch den Stopfen einer sehr langhalsigen und kurzbauchigen Blechflasche hindurchgehen. Der in dem Wasser aufnehmenden Bauch entwickelte Dampf umgiebt die Katheter und muss zum Ausströmen seinen Weg durch deren Lumen nehmen. Kutner hat einen einfacheren kleineren Apparat für Patienten und einen umfangreicheren für Aerzte angegeben. Meines Erachtens haben diese Apparate vor allem den Nachteil, dass sie zu gross sind, zu viel Wasser, daher auch eine erhebliche Wärmequelle und ein kräftiges Stativ erfordern. Die Höhe des kleineren Apparates beträgt ca. 40 cm. Die Flaschenform macht ihn besonders schlecht verpackbar.

1893 gab Frank[1]) einen Einsatz für Dampfsterilisatoren an, der im Prinzip wie der bereits erwähnte Farkas'sche Apparat konstruiert, nur kastenförmig und mit einer ganzen Reihe konischer Ausmündungen versehen, am Boden eines beliebigen Dampfsterilisators angebracht werden kann. Die Katheter werden auf die konischen Röhrchen gesteckt und ihre freien Enden auf eine Art Rost gelegt. Dann muss bei Thätigkeit des Hauptapparates der im Innern des Kästchens entwickelte Dampf durch die Katheterlumina strömen, während die Instrumente äusserlich in dem allgemeinen Dampfraum sterilisiert werden. Der Apparat ist lediglich eine Komplicierung grosser allgemeiner Sterilisationsapparate, und zwar wie sich später ergeben wird, eine unnötige.

Endlich hat Grosglik[2]) 1896 noch einen ziemlich grossen mehr für chirurgisch und speziell urologisch sehr beschäftigte Aerzte oder für Krankenhäuser geeigneten Apparat angegeben, der, wie er selbst mitteilt, eine Kombination des Apparates von Schimmelbusch zur Sterilisation von Metallinstrumenten und des modificierten Dampfapparates von Lautenschläger ist. Der in einem quadratischen Kastengefäss entwickelte Dampf dringt durch kleine, unter dem Deckel des 40 cm hohen cylindrischen Oberteils rings herum angebrachte, konische Röhrchen in dies Oberteil ein. Dieses bietet reichlichen Raum zum Sterilisieren beliebiger Gegenstände. Auf die Röhrchen werden die zu sterilisierenden Katheter gesteckt, so dass der Dampf erst durch deren Lumen hindurch in den cylindrischen Dampfraum gelangt. Auch dieser Apparat bietet der Mehrzahl der

1) Ein einfacher Apparat zur Sterilisation von elastischen Kathetern. Berliner klin. Wochenschr. 1893. Nr. 51.

praktischen Aerzte zu viel und daher wenig, dem Laien nichts. Die Frage, ob eine Dampfdurchströmung des Katheter-Inneren wirklich notwendig sei, hat auch Grosglik nicht der Untersuchung für wert erachtet.

Es bleibt noch der schon genannte relativ kleine Apparat von Duchastelet[1]) zu erwähnen. Dieser ist nur für solche Katheter bestimmt, die kochendes Wasser dauernd vertragen können, also vor allem für Nélatons.

Der Apparat besteht aus einem 3 cm breiten, 3 cm hohen und 40 cm langen Blechkästchen mit abgerundeten Ecken. Deckel und Boden dieses Kästchens werden durch zwei abschiebbare, etwa Serviettenringen vergleichbare Metallbänder zusammengehalten. Diese mit Ausschnitten versehenen Bänder dienen als Stative bei Benutzung des Apparates. Durch ihre unteren Ausschnitte wird der Deckel und durch die oberen der Boden des Kästchens hindurchgeschoben. Der Deckel wird dann mit einem kleinen Weinglas voll Spiritus, der Boden mit 4 kleinen Weingläsern voll Wasser gefüllt. Der Katheter wird in eine der Länge nach durch den als Wassergefäss dienenden Boden laufende Spirale gelegt. Die Sterilisation geht also in einem offenen Gefäss vor sich. Das Wasser kann dann abgegossen werden — ohne dass der Katheter dabei herausfallen könnte — und das durch die Hitze gleichfalls steril gewordene Deckelteil wieder auf das Bodenteil gesetzt werden. Legt man dann die Bänder wieder um das Kästchen, so hat man ein ziemlich bequem zu transportierendes steriles Aufbewahrungsgefäss für den sterilen Katheter.

Gegen den Apparat ist nur einzuwenden, dass siedendes Wasser von vielen Kathetern sehr viel schlechter vertragen wird als Wasserdampf. Den von Kutner gegen Duchastelet's Verfahren erhobenen Einwand: „Es steht ausser jedem Zweifel, dass halbweiche und weiche Katheter mit ihrem die Einwirkung des kochenden Wassers erschwerenden Lumen durch Auskochen während einer kurzen Zeit nicht ausreichend sterilisiert werden (Albarran, Verf. u. A.)" kann ich nach meinen Erfahrungen nicht gelten lassen. Für mich steht nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit das Gegenteil ausser Zweifel.

Ehe ich nun zur Beschreibung meines eigenen Apparates übergehe, bedarf die Frage der Erörterung: Vertragen die elastischen Katheter und Bougies den Dampf von 100° C.?

Meine Erfahrungen erstrecken sich nur auf die Katheter der

1) Annal. des malad. des org. gén. urin. 1894. p. 600.

Firmen Delamotte, Porgés und Rüsch. Die Fabrikate von Delamotte und Porgés sind ziemlich gleichwertig. Diese beiden Sorten ertragen den Dampf von 100° C. meist dauernd ohne stärkere Schädigung als sie die gewöhnlichen Desinficientien verursachen [1]). Die Lackschichten büssen allmählich stets an Glanz ein. Bei täglich einmaligem Gebrauch kann man die Delamotte- [2]) und Porgés-Katheter durchschnittlich etwa zwei Monate bis ein Vierteljahr, mitunter auch noch etwas länger benutzen. Darnach werden sie rissig in der Lackschicht.

Sehr gutes leisten die deutschen Katheter von A. Rüsch in Cannstatt. Ich möchte vom praktischen Standpunkt aus den rotbraunen und schwarzen den Preis zuerkennen, während Kutner sowie Posner und Frank besonders die blonden auf Seide rühmend hervorheben. Gewiss sind diese für empfindliche Patienten wegen ihrer ausserordentlichen Glätte ganz vorzüglich. Indessen wollen sie auch zarter behandelt sein (s. unten Anmerkung 1). Bei allen Rüsch-Kathetern blieb die Oberfläche der Lackschicht dauernd glatt, wenn auch der Glanz etwas stumpfer wurde. Auch darin muss ich wieder am meisten die rotbraunen und schwarzen rühmen, die selbst nach stundenlangem Kochen im Wasser, gut getrocknet und abgerieben keine Veränderungen zeigten, die sie unbrauchbar gemacht hätten. Der Verlust der inneren Lackschicht, dem Posner und Frank so grossen Wert beilegen, erschwert die Dampfsterilisation in keiner Weise merklich und dürfte für diese praktisch bedeutungslos sein.

Gegen Anspritzen des kochenden Wassers schienen mir die Katheter von Rüsch ganz unempfindlich. Ob diesem thatsächlich eine so grosse Rolle bei der Schädigung zukommt, wie Grosglik angiebt, weiss ich nicht. Unmöglich wäre es ja nicht, dass feine

---

1) Einige Katheter dieser Firmen zeigten gleich nach dem ersten Versuch Sprünge an der Spitze. Die Ursache lag wohl an der kreisrunden Form des Versuchsapparates. Infolge der spiraligen Biegung erfuhren die Katheter auf ihrer konvexen Seite eine Ausdehnung und auf der konkaven eine Zusammenschiebung der Lackschicht, die sich dann bei der Erhitzung über die Spitze hinweg auszugleichen suchte. Immerhin ist es auffallend, dass die schwarzen und rotbraunen Katheter der Firma Rüsch stets intakt blieben. Nur die goldblonden auf Seide zeigten einigemal ähnliche Defekte, aber weniger ausgesprochen. Bei neueren Versuchen mit neuen Delamotte-Kathetern habe ich diese Erscheinung nicht mehr bemerkt.

2) Neuere Katheter der Firma Delamotte scheinen sich noch besser zu halten. Indessen kann ich kein abschliessendes Urteil darüber abgeben.

Lackauftreibungen, wie ich sie bei französischen Kathetern mitunter bemerkt habe, darauf zurückzuführen wären. Mit Sicherheit zu konstatieren war dies aber nie, und es scheint mir auch nicht sehr wahrscheinlich.

Um die Zugfestigkeit der elastischen Katheter nach längerer Dampfsterilisation zu bestimmen, stellte ich einige Versuche an.

Ich belastete einen an einem Ende aufgehängten, am andern mit einem Eimer verbundenen Katheter Porgés Nr. 11 durch Wasserfüllung des Eimers allmählich bis zum Reissen. Es war ein alter, ein Vierteljahr hindurch von einem Patienten täglich in meinem Apparat sterilisierter und später zu Versuchen noch oft gebrauchter, rissiger Katheter. Bei einer Belastung von $9^1/_2$ kg riss er an der unteren Befestigungsstelle. Die Befestigung schien dabei noch etwas eingeschnitten zu haben.

Ein Rüsch-Katheter, schwarz Nr. 11, gleichfalls stets durch Auskochen oder durch Dampf sterilisiert und ungefähr ebenso malträtiert und rissig wie der Porgés-Katheter des vorigen Versuchs, ertrug in gleicher Weise belastet, einen Zug von $10^1/_2$ kg. Bei weiterer Belastung gab die Befestigung nach, während der Katheter ganz blieb. Die Sprünge, welche die Lackschicht bei der Dehnung erfahren hatte, waren weniger stark als bei dem französischen. Während die Ränder der Sprünge bei diesem stark auseinandergewichen waren, erschienen sie bei dem deutschen Fabrikat weniger klaffend und liessen noch nirgends das Gewebe durchblicken.

Aus dem einmaligen Versuche möchte ich keine Schlüsse zu Gunsten eines oder des anderen Fabrikates ziehen. Wohl aber erscheint der Schluss erlaubt und geboten, dass die Gefahr des Abreissens bei einem alten, fest elastischen Katheter infolge des Einflusses der Dampf- oder Wassersterilisation sicher nicht von praktischer Bedeutung ist. Einen Zug von 9 kg dürfte noch kein Arzt in praxi an einem Katheter auch nur annähernd ausgeübt haben.

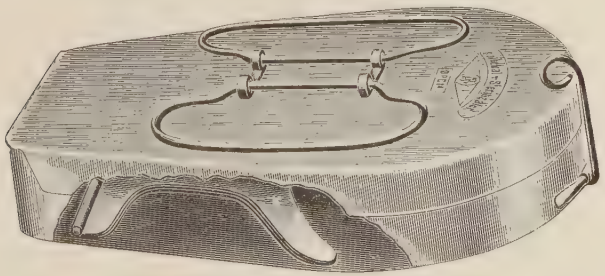
Die schwarzen und rotbraunen Katheter der Firma Rüsch liefern am besten den Beweis, dass es möglich ist, elastische Katheter und Bougies herzustellen, welche Dampf von 100° C. lange Zeit ohne Schaden für den praktischen Gebrauch ertragen. Ja, selbst die ganz billigen sog. doppeltgewebten Katheter dieser Firma vertragen die Dampfsterilisation recht gut. Je energischer also von ärztlicher Seite die strikte Forderung auskochbarer oder durch Dampf von 100° C. sterilisierbarer Katheter betont werden wird, um so schneller wird die Industrie überall dieser Forderung nachkommen müssen.

Ich will hier noch das Résumé der eingehenden, schon mehrfach erwähnten Untersuchungen von Posner und Frank über die Güte und Widerstandsfähigkeit elastischer Katheter citieren, welches dahin lautet, „dass Sublimat und noch mehr Carbol den elastischen Kathetern am meisten Schaden zufügen; dass Formalin und Trioxymethylen von allen fast gleichmässig gut ertragen werden, dass aber von allen untersuchten Instrumenten diejenigen der Firma Rüsch bei der Desinfektion durch die Siedehitze sich am besten bewährt haben". Ich muss hier aber nochmals darauf hinweisen, dass die Untersuchungen der genannten Autoren z. T. in einer Weise angestellt sind, die den Verhältnissen der Praxis nicht entspricht. Die Instrumente müssen ja bei regelmässiger täglicher Formalindesinfektion, ausser wenn sie gerade in Gebrauch sind, beständig in den Formalindämpfen liegen. Was sagt da nun eine Versuchszeit von 48 Stunden? Die Autoren vergessen bei ihrem Résumé, dass das Formalin eigentlich stets zu „längerem Gebrauch" bestimmt ist. Und weiter oben sagen sie in derselben Arbeit, wie schon erwähnt: „Bei längerem Gebrauche allerdings greifen die Formalindämpfe alle Instrumente an". Um so mehr Grund, dem Schlusssatz des Résumés die Hauptbeachtung zu schenken! —

Ich gehe nun zur Beschreibung meines Apparates[1]) über.

Das Katheteral A, A, A, ein hufeisenförmiges, flaches Gefäss von

Fig. 1.

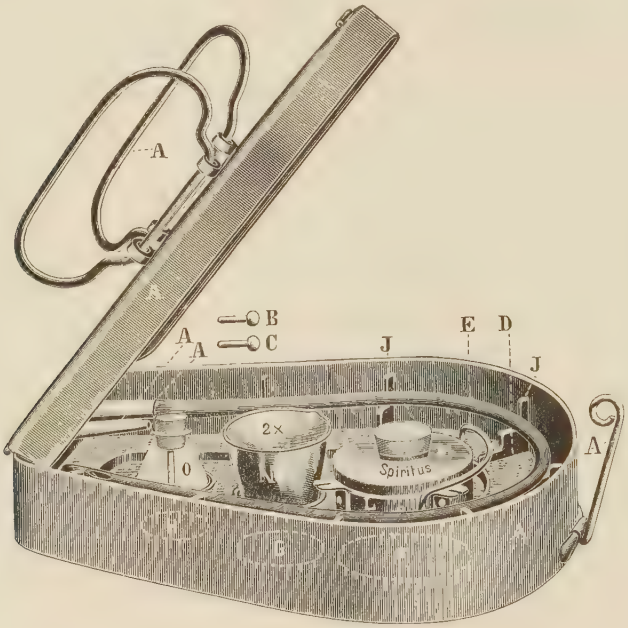


19 cm grösster Länge, 13 cm grösster Breite und $3^1/_2$ cm Höhe, aus starkem vernickeltem Messingblech besteht, wie aus Fig. 1 u. 2 in ge-

1) Zu den Versuchen wurde mein erstes kreisrundes Modell des Apparates benutzt. Ohne Veränderung des Prinzipes und ohne für die Wirkung wesentliche Veränderung der Raumverhältnisse wurde nach diesem Modell im Einvernehmen mit mir das hier beschriebene unter dem Namen „Katheteral-Sterilisator" käufliche Modell von der Firma A. Rüsch in Cannstatt konstruiert. Wesentliche Neuheiten und Vorteile dieses neuen Modells sind 1) die Hufeisenform des Katheterals, 2) die Unterbringung von Oel und Spiritus im

schlossenem und geöffnetem Zustande ersichtlich, aus dem dicht aufschliessenden Scharnierdeckel mit den Handhaben, ferner aus dem unteren Teil mit dem Verschluss an der konvexen und den beiden als Dampfauspuff

Fig. 2.



dienenden Coni an der gegenüberstehenden Wand; auf den äusseren ist ein Katheter aufgesteckt. Braucht man nur einen Conus, so kann der andere durch einen Metallpflock B und C verstopft werden. Auf dem Boden des Katheterals, einer eingerissenen Marke entsprechend, liegt der platt zusammenklappbare Dreifuss (K Fig. 1) aus Aluminium, welcher in Fig. 2 durch den darüber liegenden Siebboden D verdeckt ist. Dieser Siebboden, dessen Ripsgeflecht alles spritzende Wasser abfängt, kann an dem Handgriff E aus dem Katheteral herausgenommen werden. Er steht auf 1 cm hohen Füssen und trägt an seinem Rande treppenartige Auflager J für die Katheter, welche diese vor unmittelbarer Berührung der Wandung schützen und sie frei im Raume tragen, so dass sie dem Dampf gleichmässig ausgesetzt sind. In der Mitte des Siebbodens befinden sich

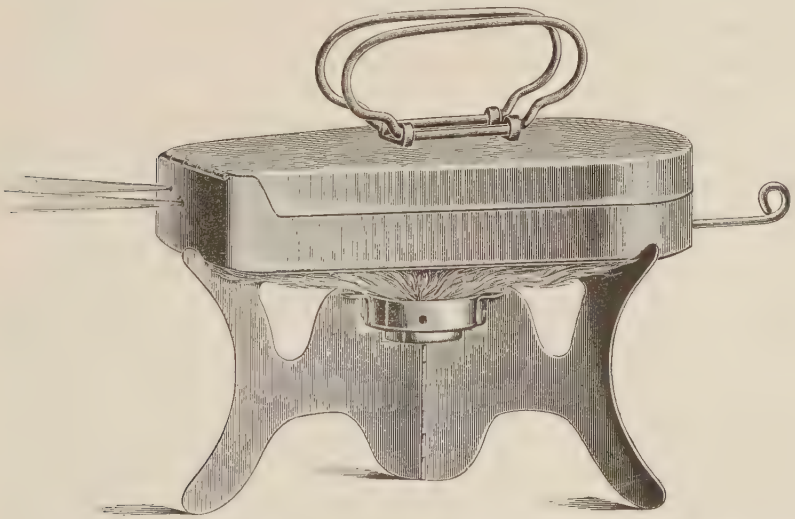
---

Katheteral, 3) ein gleichfalls im Katheteral befindliches Wassermass, 4) die Möglichkeit der Sterilisation des Gleitmittels, 5) der praktischere Verschluss und die angenehmere Handhabe des Deckels, 6) Hinzufügung einer Ledertasche. Gern benutze ich die Gelegenheit, auch an dieser Stelle der Firma Rüsch meinen Dank für die an die Vervollkommnung und Herstellung des Apparates gewendete Sorgfalt auszusprechen.

3 kreisrunde Löcher, deren grösstes F die Spirituslampe L und in dieser wieder einen Spiritusbehälter M trägt. Die Spirituslampe ist mit Löchern versehen, die eine Ueberfüllung unmöglich machen. In dem mittleren Loch G des Siebbodens ist das Wassermass N untergebracht, welches gerade die Hälfte des zur Sterilisation nötigen Wassers fasst und daher mit der Bezeichnung „2×“ versehen ist. Das Wassermass giebt mit seinem unteren Teile dem Dreifuss eine feste Lagerung. In dem kleinsten Loch H des Siebbodens befindet sich das Oelfläschchen O, welches durch einen Gummistöpsel verschlossen ist. An diesem sitzt ein Glasstempel, der in das Oel hineintaucht und zum Bestreichen des Katheters dient[1]).

Zur Benutzung des Apparates nimmt man Oelfläschchen, Wassermass und Lampe heraus, lüftet dann den Siebboden an dem Handgriff E und zieht den Dreifuss darunter hervor. Diesen klappt man so auseinander, dass die drei gabeligen Vorsprünge der auf das Mittelteil des Dreifusses zu setzenden Lampe je einen Klappteil des Dreifusses umfassen und so dessen Festigkeit sichern (Fig. 3). Dann füllt man die Lampe

Fig. 3.



knapp, so weit als es die Abflusslöcher erlauben, mit hochgradigem Spiritus (auf der Reise aus dem Spiritusbehälter). Guter 90prozentiger denaturierter Spiritus genügt als Brennmaterial. Minderwertiger russt jedoch

1) Zum täglichen Gebrauch dürfte sich ein Standgefäss mit einer Borglycerinlösung oder dgl. besser zum Schlüpfrigmachen der Katheter empfehlen. Auf der Reise und in Fällen, wo man der Sterilität des Gleitmittels nicht sicher ist, dürfte das Oelfläschchen jedoch oft wertvoll sein. Es muss dann nach der Sterilisation zuerst dies Oelgefäss dem Apparat entnommen und sein Stöpsel gelockert werden, ehe der Katheter berührt wird.

unangenehm. Der zu sterilisierende Katheter wird nun, falls man den Dampf durch das Innere strömen lassen will, mit seinem Trichterende auf einen Conus geschoben — der andere Conus bleibt mit dem Pflock verstopft — und mit dem freien Ende hufeisenförmig gebogen auf die entsprechenden Stufen der Auflager gelegt. Dann wird zweimal das Wassermass gefüllt und durch eins der kreisrunden Löcher des Siebbodens in das Katheteral entleert. Der Deckel wird nicht verschlossen, sondern nur nieder geklappt, wodurch jede Explosionsgefahr beseitigt und doch ein genügender Druck hergestellt wird, und der Apparat auf den Dreifuss gesetzt. Nun wird der Spiritus entzündet und der Apparat sich selbst überlassen. Nach ca. 3—4 Minuten siedet das Wasser und nach 8—9 Minuten soll der Spiritus verbrannt sein. Die Zeiten sind so bemessen, dass Abweichungen, wie sie durch niedere Wassertemperatur, sehr knappe oder sehr reichliche Füllung der Lampe, verschiedene Spiritussorten etc. herbeigeführt werden können, unschädlich bleiben. Das Wasser soll vollständig oder bis auf einen minimalen Rest zur Verdunstung kommen. Ist der Spiritus verbrannt, so verschliesst man den Apparat und kann ihn nun entweder als Katheteral, als Aufbewahrer steriler Katheter, in das Lederfutteral hineinstecken und zum Transport verwenden oder ihm sogleich den völlig trockenen Katheter zum Gebrauch entnehmen.

Nötigenfalls kann man auch mehr als zwei Katheter in dem Apparat sterilisieren. Die gegenseitige Berührung beeinträchtigt die Sterilisationswirkung nicht merklich[1]). Man muss dann nur bei der Entnahme der einzelnen Katheter vorsichtig zu Werke gehen.

Der Hauptvorteil dieses Apparates gegenüber den bisherigen besteht in seiner Kompendiosität, die es ermöglicht, in ihm alles zum Katheterisieren Erforderliche auf Touren und Reisen sowie auf die Praxis in der Paletottasche mitzunehmen. Wesentlich ist auch der Vorzug, dass der Apparat die Sterilisation vollständig selbstständig vollzieht und zur richtigen Zeit beendigt, so dass jede Beaufsichtigung ganz unnötig ist. Der Patient kann unterdessen seine Toilette fortsetzen oder, ebenso wie der Arzt, die sonstigen zum Katheterismus oder zur Blasenspülung nötigen Vorbereitungen treffen. Eine Explosionsgefahr ist bei dem Apparat absolut ausgeschlossen.

1) Bezüglich der Dampfdurchströmung des Katheterinnern muss ich hier vorweg bemerken, dass eine solche, wie meine Versuche ergeben, für die Sterilisation unnötig ist. Ich habe aber dem Apparat die Coni für die Dampfdurchströmung belassen, weil sie ihn nicht komplicieren und weil sie den Kathetern eine sichere Lage geben zumal beim Transport. Ausserdem dürfte die Dampfdurchströmung hin und wieder zur Aufweichung alter Verunreinigungen dienlich, nie aber schädlich sein.

Endlich ist noch der geringe Verbrauch von Wasser und Spiritus vorteilhaft. Ersterer kürzt den ganzen Sterilisationsprozess auf ca. 8 Minuten ab. Letzterer ermöglicht es, in dem kleinen Spiritusbehälter im Apparat 25 ccm Spiritus, also genug für dreimalige Sterilisation auf Reisen und auf die Praxis mitzunehmen.

In der Minute kommen ca. 5—6 ccm Wasser zur Verdunstung. Es ist also für den sehr kleinen Raum eine sehr starke Dampfentwicklung vorhanden. Diesem Dampf wird der Katheter in seiner ganzen Länge gleichmässig unmittelbar am Ort der Dampfbildung ausgesetzt.

Es erwächst mir nun die Aufgabe, die Leistungsfähigkeit meines Apparates auf Grund der Ergebnisse bakteriologischer Versuche zu erweisen.

Ehe ich zur Mitteilung meiner Versuche übergehe, ist es notwendig, auf die Ansichten und Forderungen anderer Autoren in Bezug auf die Bakterienabtötung bei der Dampfsterilisation einzugehen.

Wie schon erwähnt, hat es den Anschein, als sei, nachdem Farkas seinen kleinen Apparat zur Dampfdurchströmung des Katheterinnern konstruiert hatte, die Notwendigkeit einer derartigen Procedur allgemein als Axiom angenommen. Eine Dampfsterilisation nur von aussen wurde allgemein als unzulänglich betrachtet.

Es muss auffallen, dass man nirgends in der Litteratur den Beweis für die Notwendigkeit der Dampfdurchströmung des Katheterinnern bei äusserer Dampfsterilisation erbracht findet. Meist wird diese doch so naheliegende Frage gar nicht erörtert. Grosglik sagt in seiner schon oft erwähnten Schrift: „Doch muss man beim Sterilisieren der Katheter im Auge behalten, dass ihr Lumen, besonders das der dünnen Katheter, dem freien Durchströmen des Dampfes bedeutende Hindernisse entgegensetzt. So lange wir keine entsprechenden Apparate hatten, die dem Dampfe freien Eintritt in das Innere der Katheter gestatteten, bot das Desinficieren durch Dampf keine genügende Sicherheit für die Sterilität der Instrumente". Von einem Beweis ist nichts erwähnt, sondern nur aus einem als richtig angenommenen Vordersatz eine gewagte Folgerung gezogen. Der Betonung der besonderen Schwierigkeit der Sterilisation feinkalibriger Katheter begegnen wir bei vielen Autoren. Aber den Beweis dafür, dass die Dampfsterilisation in dieser Beziehung keine Ausnahme macht, habe ich wiederum nirgends finden können. Meine Versuche werden ergeben, wie es sich thatsächlich damit verhält.

Was die geforderten Sterilisationszeiten anlangt, so schwanken

die Angaben stark. Nach Albarran[1]) „genügt es“, die Instrumente im Dampfkochtopf 20 Minuten bei 120° C. zu sterilisieren. Zweifellos genügt das! Aber ist es denn nötig? — Alapy erhielt bei seinem oben beschriebenen Verfahren bei „nur“ 20 Minuten langer Einwirkung strömenden Dampfes von 100° C. „fast“ immer sterile Katheter. Kutner[2]) giebt an: „Die bakteriologische Prüfung hat ergeben, dass Katheter, die mit zersetztem Harn inficiert wurden, feucht und getrocknet nach 7 Minuten (meistens schon nach 6 Minuten!) Aufenthalt in der Hohlröhre absolut steril waren“; diese Angaben beziehen sich auf Kutner's oben im Princip beschriebenen Apparat, bei welchem der Dampf den Katheter durchströmt und umgiebt. Man könnte darnach annehmen, dass bei sechs Minuten noch positive Resultate erhalten wurden. Leider aber fehlt darüber jede genauere Mitteilung. Die Versuche wurden auch nicht von Kutner selbst ausgeführt. Grosglik schreibt über Kutner's Apparat: „Den Angaben Kutner's nach erfordert ein Desinficieren in diesem Apparat 7 Minuten. Obwohl mich oft wiederholte Versuche mit dünnen inficierten Kathetern (Instillatoren) überzeugt haben, dass schon 5 Minuten zur vollständigen Sterilisation derselben genügen, hebe ich die Desinfektion doch nie vor 15 Minuten auf. Denn erst nach Verlauf dieser Zeit kann man sicher sein, dass auch die resistenten Sporen, wenn der Katheter zufällig damit inficiert sein sollte, gänzlich vernichtet sind.“ Hier genügten also 5 Minuten; und über positive Resultate ist gar nichts gesagt, sondern nur eine allgemeine Ansicht aufgestellt. Auch für seinen eigenen Apparat fordert Grosglik eine Sterilisationsdauer von 15 Minuten. Die bakteriologischen Versuche nahm er mit Eiter und Aufschwemmungen von Staphylokokken vor. Nach 5 Minuten langer Sterilisation war auch in diesem Apparat stets alles steril. Positive Resultate teilt Grosglik auch bei dieser Prüfung nicht mit.

So begann ich meine Versuche mit sehr unsicheren eigenen Ansichten und wurde erst von Resultat zu Resultat zu bestimmten Anschauungen geführt, die oft genug meinen Voraussetzungen gerade entgegenliefen. Ich gebe darum die Versuche in der Reihenfolge wieder, in welcher sie angestellt wurden, ohne später überflüssig gewordene Versuchsreihen zu überspringen. So wird, denke

1) Recherches sur l'asepsie dans le cathéterisme. Annal. des malad. des org. génito-urinair. 1890. pag. 39.

2) Die Handhabung der Asepsis und Antisepsis bei Behandlung der Harnleiden. Therapeut. Monatshefte. 1894. Heft 7, 8, 9.

ich, am besten erhellen, dass ich völlig objektiv nur durch die Thatsachen zu meinen abweichenden Ergebnissen geführt wurde.

Ich erwähne noch, dass man bei gewissenhafter Anstellung und Prüfung seiner Versuche mitunter mit Zufällen zu kämpfen hat, deren Eruierung die Anstellung von Kontrollversuchsreihen nötig macht. Um nicht zu weitläufig zu werden, habe ich solche nur in Fällen wiedergegeben, wo es erforderlich schien, den Beweis klar mitzuteilen. Hingegen sind z. B. Reihen, die durch Verunreinigung mit Bacillus subtilis verdorben waren, welcher in der Ausgangskultur nachgewiesen wurde, einfach ausgeschaltet und durch einwandfreie ersetzt.

Mit den nun folgenden bakteriologischen Versuchen verfolgte ich von vornherein mehrere Zwecke:

1. Zu erproben, ob mein Apparat einen Katheter unter allen Umständen frei mache von pathogenen Keimen.

2. Zu ermitteln, ob hierzu durch das Lumen hindurchströmender Dampf erforderlich sei oder ob der blosse Aufenthalt im Dampf von 100° C. genüge.

3. Eine genaue Mindeststerilisationszeit festzustellen.

4. Den Einfluss der verschiedenen Kaliber, Wandstärken und Materialien der Katheter auf die Schnelligkeit der Dampfsterilisation zu ermitteln.

5. Zu bestimmen, ob im Innern des Katheters vorhandene Feuchtigkeit die Sterilisation begünstige oder erschwere.

Zu diesen Versuchen wurden, abgesehen von einigen anfänglichen, ausschliesslich Milzbrandsporen als Inficiens gewählt.

Einmal ist der Milzbrandbacillus in Gestalt, Wachstum und Pathogenität so charakteristisch, dass etwaige Verunreinigungen der Kulturen durch andere Mikroorganismen mit Sicherheit ausgeschieden werden können. Sodann aber darf man trotz der grossen Verschiedenheit der Widerstandsfähigkeit von Milzbrandsporen verschiedener Kulturen (Geppert[1]), E. v. Esmarch[2])) wohl annehmen, dass ihre Resistenz diejenige aller andern pathogenen Organismen unter allen Umständen übertrifft. Daher dürfen die für sie bezüglich ihrer Vernichtbarkeit erwiesenen Thatsachen ohne weiteres zur Feststellung von Grenzwerten der Sterilisationsdauer verwendet werden.

1) Geppert. Zur Lehre von den Antisepticis s. pag. 2, Anm. 3.

2) E. v. Esmarch. Die Milzbrandsporen als Testobjekt bei Prüfung von Desinficientien. Zeitschrift für Hygiene. Bd. II. p. 67.

Die Inficierung und Abimpfung der Katheter wurde bei allen Versuchen in gleicher Weise ausgeführt. Zur Inficierung dienten bei der ersten Versuchsreihe ausser Reinkulturen von Staphylococcus pyogenes aureus und albus sporenhaltige Bouillonreinkulturen von Anthrax, bei den späteren Versuchen stets die Aufschwemmung sporulierender Kartoffelkulturen in destilliertem Wasser. Die Sporenbildung begann auf den Kartoffeln bei 28° C. bereits nach 12 Stunden und war nach 24 Stunden in vollem Gange, so dass schon massenhaft freie Sporen vorhanden waren. Diese wurden bei jeder zum Gebrauch kommenden Aufschwemmung durch die Ehrlich'sche Färbemethode nachgewiesen. Die Virulenz des Materials wurde durch Abimpfung der gewachsenen Kontrollkulturen auf Mäuse und Meerschweinchen bewiesen, die stets innerhalb 36—48 Stunden an nachweisbarem Milzbrand verendeten.

Die Ausführung der Inficierung der Katheter geschah so, dass diese, zuvor im Dampf längere Zeit sterilisiert, auf eine sterile Pipette gesteckt und 4—5 cm tief in die Sporensuspension resp. Reinkultur eingetaucht wurden. Diese wurde dann durch den Katheter hindurchgesaugt. Dabei wurden kleine, von Sporen und Bacillen durchsetzte Kartoffelflöckchen u. dergl. mit angesaugt. Oft kamen diese dann erst bei der Abimpfung wieder zu Tage. In der Praxis dürften durch Eitergerinnsel u. dergl. unter Umständen ähnliche Verhältnisse zu Stande kommen. Der so inficierte Katheter wurde sodann entweder völlig getrocknet — mehrere Tage hindurch — oder noch feucht sterilisiert.

Die Abimpfung geschah der Inficierung entsprechend, indem mit steriler Pipette die Nährbouillon bezw. die flüssige Gelatine durch das Innere der hineingetauchten Katheter hindurchgesaugt wurde, wobei sie einige Zeit durch Nachlassen und Wiederansaugen in intensive Berührung mit den Wandungen des Katheters gebracht wurde, ein naheliegendes Verfahren, welches auch Alapy (S. 8 Anm. 1) bei seinen Versuchen verwendet hat. Kontrollimpfungen mit schwach inficierten und getrockneten Kathetern ergaben die absolute Zuverlässigkeit dieser Methode, die sich späterhin auch noch durch das Tierexperiment dokumentierte. Ein Abimpfen vom Katheterinnern mit der Platinnadel, wie es von manchen Autoren (Grosglik u. A.) geübt ist, scheint mir bei negativen Ergebnissen beweisunkräftig. Denn es beweist doch nur, dass die Nadel an der berührten Stelle gerade keine entwicklungsfähigen Keime vorgefunden hat. Ueber den ganzen Katheter, der vielleicht ungleichmässig inficiert war, giebt das Verfahren keinen Aufschluss. Aehnliches gilt von dem von Albarran (S. 18 Anm. 1) angewandten Verfahren, die Katheter zu zerschneiden und Stückchen davon gespalten in die Nährflüssigkeit zu werfen, von der Kostspieligkeit und Umständlichkeit des Verfahrens ganz abgesehen. Um dem Einwand zu entgehen, dass bei längerer Berührung mit der Nährflüssigkeit die scheinbar sterilen Katheter doch noch Kulturen ergeben könnten, habe ich jedoch dieses Verfahren in einigen Fällen zur

Kontrolle nach dem gewöhnlichen Impfverfahren angewandt. Da die Resultate aber auch dabei stets negativ blieben, wenn das gewöhnliche Verfahren negatives Ergebnis hatte, habe ich diese Versuche nicht besonders angeführt.

Die geimpften Bouillons wurden im Brütofen bei 37° C. aufbewahrt, die Gelatinekulturen bei Zimmertemperatur. Die Güte beider Nährböden wurde stets von Zeit zu Zeit durch Anlage von Kontrollkulturen geprüft.

Die Beobachtungsdauer betrug bei den ersten 13 Versuchen 12 Tage, bei den späteren 7 Tage. Da ein entwicklungshemmender Einfluss wie bei schwer entfernbaren Desinficientien ja nicht vorhanden war, schien mir diese Zeit der von Gruber[1]) geforderten Beobachtungsdauer mindestens entsprechend. In Bouillons, die am 4. Tage noch ohne Bodensatz und beim Umschütteln noch klar waren, habe ich übrigens nie mehr etwas wachsen sehen.

Die Sterilisationsdauer wurde gerechnet vom Beginn energischer Dampfentwicklung bis zum Oeffnen des Deckels und der gleichzeitigen Entfernung der Wärmequelle.

Alle Katheternummern beziehen sich auf den Charrière-Massstab.

I. Versuchsreihe.

Versuchs-Nr.	Katheter	Infektionsmaterial	Feucht oder getrocknet	Sterilisationsdauer, Minuten	Ström. Dampf: —> Nichtström. D.: O	Impfungs-Nährboden	Resultat
1	Nélaton Nr. 18, Jaq. Pat.	Staphyl. pyog. aureus.	Feucht.	7	—>	Bouillon.	—
2	Nélaton Nr. 18, Jaq. Pat.	Milzbrandsporen.	Trocken.	7	—>	„	—
3	Blond auf Seide Nr. 13, Rüsch.	„	„	7	—>	„	—
4	Nélat. Nr. 18, Jaq. Pat.	„	„	7	—>	„	—
5	Schwarz Nr. 11, Rüsch.	„	„	7	—>	„	—
6	Nélat. Nr. 18, Jaq. Pat.	Staphyl. pyog. aureus.	„	7	O	„	—
7	Rotbraun Nr. 9, Rüsch.	Milzbrandsporen.	„	7	O	„	—
8	Blond auf Seide Nr. 13. Rüsch.	„	„	7	O	„	—
9	Nélaton Nr. 16, Rüsch.	„	„	7	O	„	—

1) Ueber die Methoden der Prüfung von Desinfektionsmitteln. Ref. im Centralbl. f. Bakteriologie. Bd. 11. pag. 116.

Versuchs-Nr.	Katheter	Infektionsmaterial	Feucht oder getrocknet	Sterilisationsdauer, Minuten	Ström. Dampf: —> Nichtström. D.: O	Impfungs-Nährboden	Resultat
10	Nélat. Nr. 18, Jaq. Pat.	Staphyl. pyog. albus.	„	5	—>	Bouillon.	—
11	Nélat. Nr. 16, Rüsch.	„	„	5	—>	„	—
12	Schwarz Nr. 11, Rüsch.	Staphyl. pyog. aureus.	„	5	—>	„	—
13	Rotbraun Nr. 9, Rüsch.	„	„	5	O	„	—

Kontrollkulturen von in den Kathetern angetrockneten Staphylokokken und Milzbrandsporen sämtlich +.

Ein Unterschied der Wirkung bei Dampfdurchströmung des Katheterlumens war aus diesen Versuchen nicht ersichtlich. Die günstigen Resultate gegenüber den Milzbrandsporen schrieb ich, beeinflusst von den diesen meist eine sehr viel bedeutendere Resistenz zuschreibenden Angaben anderer Autoren, mangelhafter Widerstandsfähigkeit der in Bouillon gezüchteten Sporen zu. Zu den weiteren Versuchen benutzte ich daher, wie erwähnt, eine Suspension auf Kartoffel gezüchteter Sporen in destilliertem Wasser.

Bei den folgenden Versuchen der Reihe II wurde der Apparat völlig sich selbst überlassen und die Dauer der Sterilisationszeit nach dem Ankochen nicht reguliert, sondern nur kontrolliert.

II. Versuchsreihe.

Versuchs-Nr.	Katheter	Infektionsmaterial	Feucht oder getrocknet	Sterilisationsdauer, Minuten	Ström. Dampf: > Nichtström. D.: O	Impfungs-Nährboden	Resultat
14	Schwarz Nr. 13, Rüsch.	Milzbrandsporen.	Feucht.	8	O	Bouillon.	—
15	Nélat. Nr. 18, Jaq. Pat.	„	„	8	O	„	—
16	Schwarz Nr. 11, Rüsch.	„	Trocken.	$8^1/_2$	O	„	—
17	Blond auf Seide Nr. 15, Rüsch.	„	„	$8^1/_2$	O	„	—
18	Nélat. Nr. 16, Rüsch.	„	„	$8^1/_2$	O	„	—
19	Rotbraun Nr. 9, Rüsch.	„	Feucht.	8	O	„	—

Versuchs-Nr.	Katheter	Infektionsmaterial	Feucht oder getrocknet	Sterilisationsdauer, Minuten	Ström. Dampf: ---> Nichtström. D.: O	Impfungs-Nährboden	Resultat
20	Rotbraun Nr. 13, Rüsch.	Milzbrandsporen.	Feucht.	8	O	Bouillon.	—
21	Schwarz Nr. 13, Rüsch.	„	Trocken.	$8^1/_4$	O	„	—
22	Blond auf Seide Nr. 15. Rüsch.	„	„	$8^1/_4$	O	„	—
23	Nélat. Nr. 16, Rüsch.	„	Feucht.	$8^1/_4$	O	„	—
24	Rotbraun Nr. 9, Rüsch,	„	„	$8^1/_4$	O	„	—
25	Blond auf Seide Nr. 13, Rüsch.	„	„	$8^1/_4$	O	„	—
26	Nélat. Nr. 18, Rüsch.	„	„	$8^1/_2$	O	„	—
27	Rotbraun Nr. 13, Rüsch.	„	„	$8^1/_4$	O	„	—
28	Schwarz Nr. 11, Rüsch.	„	„	$8^1/_4$	O	„	—

Die Kontrollkulturen fielen + aus.

Also auch diese Milzbrandsporen waren durchweg abgetötet. Daraus ging zunächst hervor, dass der Apparat thatsächlich bei gewöhnlicher praktischer Verwendung die Katheter mit völliger Sicherheit sterilisierte, ohne dass eine Dampfdurchströmung des Katheterinnern erforderlich war.

Zur Lösung der Fragen 3, 4 und 5 (S. 19) sollte die folgende Versuchsreihe dienen, bei welcher ich unter allen Umständen auch positive Ergebnisse zu erhalten hoffte.

III. Versuchsreihe.

Versuchs-Nr.	Katheter	Infektionsmaterial	Feucht oder getrocknet	Sterilisationsdauer, Minuten	Ström. Dampf: ---> Nichtström. D.: O	Impfungs-Nährboden	Resultat
29	Rotbraun Nr. 9, Rüsch.	Milzbrd.-sporen.	Feucht.	6	O	Bouillon Gelatine.	—
30	Schwarz Nr. 11, Rüsch.	„	„	6	O	Bouillon Gelatine.	—
31	Schwarz Nr. 13, Rüsch.	„	„	6	O	Bouillon Gelat. [1]).	—[1])

1) Die Bouillonkultur war völlig steril, die nach dieser in derselben Weise geimpfte Gelatinekultur entwickelte einige Kokkenkolonien und einige Bacillenkolonien, die sehr ähnlich dem Milzbrand waren. Nur schien der Ba-

Versuchs-Nr.	Katheter	Infektionsmaterial	Feucht oder getrocknet	Sterilisationsdauer, Minuten	Ström. Dampf: —> Nichtström. D.: O	Impfungs-Nährboden	Resultat
32	Rotbraun Nr. 9, Rüsch.	Milzbrd.-sporen.	Trocken.	6	O	Bouillon Gelatine.	—
33	Schwarz Nr. 11, Rüsch.	„	„	6	O	Bouillon.	—
34	Schwarz Nr. 13, Rüsch.	„	„	6	O	„	—
35	Rotbraun Nr. 9, Rüsch.	„	Feucht.	4	O	Bouillon Gelatine.	—
36	Schwarz Nr. 11, Rüsch.	„	„	4	O	Bouillon Gelatine.	—
37	Rotbraun Nr. 13, Rüsch.	„	„	4	O	Bouillon Gelatine.	—
38	Rotbraun Nr. 9, Rüsch.	„	Trocken.	4	—>	Bouillon.	—
39	Schwarz Nr. 11, Rüsch.	„	„	4	—>	„	—
40	Rotbraun Nr. 13, Rüsch.	„	„	4	—>	„	—
41	Rotbraun Nr. 9, Rüsch.	„	Feucht.	4	O	„	—
42	Schwarz Nr. 11, Rüsch.	„	„	4	O	„	—
43	Rotbraun Nr. 13, Rüsch.	„	„	4	O	„	—
44	Nélat. Nr. 18, Jaq. Pat.	„	„	4	O	Bouillon Gelatine.	—
45	Nélat. Nr. 16, Rüsch.	„	„	4	O	Bouillon Gelatine.	—
46	Nélat. Nr. 18, Jaq. Pat.	„	„	4	O	Bouillon Gelatine.	—
47	Rotbraun Nr. 9, Rüsch.	„	Trocken.	4	O	Bouillon.	—
48	Schwarz Nr. 11, Rüsch.	„	„	4	O	„	—
49	Rotbraun Nr. 13, Rüsch.	„	„	4	G	„	—
50	Rotbraun Nr. 9, Rüsch.	„	„	4	O	Bouillon Gelatine.	—
51	Schwarz Nr. 11, Rüsch.	„	„	4	O	Bouillon Gelatine.	—
52	Schwarz Nr. 13, Rüsch.	„	„	4	O	Bouillon Gelatine.	—
53	Nélat. Nr. 16, Rüsch.	„	„	4	O	Bouillon Gelatine.	—
54	Rotbraun Nr. 9, Rüsch.	„	Feucht.	2	—>	Bouillon Gelatine.	—

cillus etwas zarter und die Sporenbildung regelmässig mittelständig. Auch waren die Fäden aus nicht mehr als höchstens 7 Gliedern zusammengesetzt. Reinzüchtung und Impfung auf Mäuse ergab seine völlige Unschädlichkeit. Die mit einer Kontrollkultur der benutzten Milzbrandsporensuspension gleichzeitig geimpften Mäuse starben innerhalb 40 Stunden. Vermutlich war eine nicht sterile Petrischale zwischen die anderen geraten.

Versuchs-Nr.	Katheter	Infektionsmaterial	Feucht oder getrocknet	Sterilisationsdauer, Minuten	Ström. Dampf: —> / Nichtström. D.: O	Impfungs-Nährboden	Resultat
55	Schwarz Nr. 11, Rüsch.	Milzbrd.-sporen.	Feucht.	2	—>	Bouillon / Gelatine.	—
56	Rotbraun Nr. 13, Rüsch.	„	„	2	—>	Bouillon / Gelatine.	—
57	Rotbraun Nr. 9, Rüsch.	„	Trocken.	2	—>	Bouillon.	—
58	Schwarz Nr. 11, Rüsch.	„	„	2	—>	„	—
59	Rotbraun Nr. 13, Rüsch.	„	„	2	—>	„	—
60	Nélat. Nr. 18, Jaq. Pat.	„	Feucht.	2	O	„	—
61	Rotbraun Nr. 9, Rüsch.	„	Trocken.	2	O	Bouillon / Gelatine.	—
62	Rotbraun Nr. 11, Rüsch.	„	„	2	O	Bouillon / Gelatine.	—
63	Rotbraun Nr. 13, Rüsch.	„	„	2	O	Bouillon / Gelatine.	—
64	Nélat. Nr. 16, Rüsch.	„	„	2	O	Bouillon.	—
65	Rotbraun Nr. 9, Rüsch.	„	Feucht.	1	O	„	—
66	Blond auf Seide Nr. 15, Rüsch.	„	„	1	O	„	—
67	Nélat. Nr. 18, Rüsch.	„	„	1	O	„	—
68	Rotbraun Nr. 9, Rüsch.	„	Trocken.	1	O	„	—
69	Blond auf Seide Nr. 15, Rüsch.	„	„	1	O	„	—
70	Nélat. Nr. 18. Jaq. Pat.	„	„	1	O	„	—

Kontrollimpfungen[1]).

Nr.	Katheter	Infiltrationsmaterial	Feucht oder getrocknet	Impfungs-Nährboden	Resultat
71	Nélaton Nr. 16.	Milzbrandsporen.	Feucht.	Bouillon / Gelatine.	+
72	Schwarz Nr. 11.	„	Trocken.	Bouillon.	+
73	Rotbraun Nr. 9.	„	Feucht.	Bouillon.	+
74	Blond auf Seide Nr. 15.	„	Trocken.	Bouillon / Gelatine.	+
75	Blond auf Seide Nr. 13.	„	„	Bouillon / Gelatine.	+

1) Von den Gelatineimpfungen war die erste Platte am 2. Tage in der Regel schon verflüssigt. Auch die zweite wies sehr bald unzählige Kolonien auf

Das Ergebnis dieser III. Versuchsreihe kam mir sehr überraschend. Ich wagte für diese auffallend geringe Resistenz der Milzbrandsporen noch keine andere Erklärung, als etwa die Möglichkeit eines verderblichen Einflusses des Lichtes. Die Versuche wurden im Hochsommer gemacht, und die benutzte Sporensuspension hatte oft nahe am Fenster gestanden. Nach Arloing[1]) soll ja eine zweistündige direkte Einwirkung der Julisonne auf eine freilich viel verdünntere und klarere Milzbrand-Sporensuspension zur Vernichtung der Keimfähigkeit führen. Dass diese jedoch nicht vernichtet war, bewiesen die Kontrollkulturen, die rasch und in typischer Weise wuchsen. Immerhin war dadurch ein die Resistenz der Sporen schädigender Einfluss des Lichtes nicht zurückgewiesen.

Bei Herstellung einer neuen Suspension von Milzbrandsporen nahm ich also Rücksicht, jeden Einfluss zu hellen Lichtes auszuschliessen. Ich stellte auch die Suspension nach dem Gebrauch stets sofort wieder in den auf 25° temperierten Brütschrank zurück, damit die Sporenbildung stets bei gleicher Temperatur vor sich gehe, denn nach Frankland (28) ist die Temperatur, unter welcher die Sporen entstehen, ein massgebender Faktor für ihre Resistenz.

Um aber von vornherein über die Widerstandskraft der Sporen ins Klare zu kommen, suchte ich diese vor der Vornahme neuer Versuche mit möglichst absoluten Massen zu bestimmen. Zu diesem Zweck schien mir das in offenem Gefäss bei mittlerem Luftdruck siedende Wasser viel geeigneter als Wasserdampf, dessen Reinheit, Spannung und Temperatur zu leicht bei den einzelnen Manipulationen, namentlich beim Oeffnen des Deckels beeinträchtigt wird.

Die Versuche wurden auf dreierlei Weise ausgeführt: Zunächst mit an Fäden angetrockneten Sporen; und zwar wurden die Fäden a) in ein Blättchen Fliesspapier einfach eingeschlagen, um die mechanische abspülende Wirkung des strudelnden Wassers abzuhalten, b) direkt ohne Fliesspapierumhüllung dem siedenden Wasser ausgesetzt, um zu ermitteln, ob die Fliesspapierumhüllung einen Einfluss auf die Sterilisationsdauer ausübte. Die Fäden wurden mit steriler Pincette sofort nach Beendigung des Kochprozesses in Bouillons übertragen. Endlich c) wurden in ca. 2 ccm Bouillon enthaltende Reagensgläser je 3 Platinschlingen voll von der Suspension abgeimpft. Dann wurden die Bouillons verschieden lange vorsichtig gekocht, darnach sofort schnell abgekühlt und in den Brütschrank gebracht. Vor und nach dem Kochen wurde der leere Teil der Reagensgläser durch starkes Erhitzen sterilisiert.

1) Influence de la lumière blanche et de ses rayons constituants sur le développement et les propriétés du bacillus anthracis. Archiv de physiologie normale et pathologique. 1886. Tome 7. pag. 209—35.

2) Die Bakteriologie in einigen ihrer Beziehungen zur chemischen Wissenschaft. Centralbl. für Bakteriologie und Parasitenkunde. 1894. Bd. XV. Nr. 4.

IV. Versuchsreihe.

Dauer	Versuchs-Nr.	a. Fäden in Fliesspapier	Versuchs-Nr.	b. Fäden direkt	Versuchs-Nr.	c. Bouillon
15 Sek.	76	+	87	+	98	+
30 „	77	+	88	+	99	+
45 „	78	+	89	+	100	+
60 „	79	+	90	+	101	+
75 „	80	+	91	+	102	—
90 „	81	+	92	+	103	—
105 „	82	—	93	—	104	—
120 „	83	—	94	—	105	—
135 „	84	—	95	—	106	—
150 „	85	—	96	—	107	—
180 „	86	—	97	—		

Diese Tabelle ergab, dass die für die verwendeten getrockneten Sporen kritische Dauer der direkten Einwirkung siedenden Wassers zwischen 90 und 105 Sek. lag.

Das abweichende Ergebnis der dritten Kolumne erklärt sich in erster Linie wohl aus der, wenn auch bei 2 ccm Flüssigkeit sehr kurzen, Vorwärmung und der nach Entfernung aus der Flamme trotz rascher Abkühlung noch eine kurze Weile nachwirkenden Hitze der Bouillon. Immerhin mag ein gewisser Einfluss auch dem Umstand zuzuschreiben sein, dass die trockenen Sporen dem siedenden Wasser nicht so schnell zugänglich sind als die feucht aufbewahrten. Somit stehen die Tabellen wohl im Einklang mit einander. Wenn die Einwirkung der Fliesspapierumhüllung im siedenden Wasser hiernach belanglos ist, so dürfte sie dies doch keineswegs bei der Sterilisation im strömenden Dampf sein. Fliesspapier ist einer der schlechtesten Wärmeleiter und Wärmestrahler und bleibt dies auch im Dampf, da es nur sehr wenig Kondenswasser annimmt. Auch schliesst die Verpackung stets ein gewisses Quantum Luft mit ein, das erst durch den Dampf vertrieben werden muss. Diese Umstände müssen immer bei genauer Zeitabmessung eine gewisse Verzögerung des Sterilisationsprozesses zur Folge haben. Infolge dieses Umstandes und der schon oben erwähnten Temperatur, -Reinheits- und Spannungsschwankungen bei Anwendung strömenden Dampfes zum Zeck genauer Resistenzbestimmungen kann ich meine Versuche nur annäherungsweise mit denen E. v. Esmarch's[1]), welche im Dampf mit in Fliesspapier eingehüllten Sporen vorgenommen wurden, vergleichen. Immerhin dürften die von mir verwandten Sporen eine sehr geringe Widerstandsfähigkeit besessen haben. Nehme ich nun nach E. v. Esmarch's Ergebnissen an, sie seien nur halb so resistent gewesen als v. Esmarch's schwächste Sporen, so würden sie doch nach seinen Vergleichsversuchen noch immer

1) Milzbrandsporen als Testobjekte bei Prüfung von Desinficientien. Zeitschrift f. Hygiene. Bd. V. pag. 67. ff.

eine mindestens 20—200mal so grosse Widerstandsfähigkeit als Staphylococcus aureus gehabt haben, dessen Resistenz nicht ganz konstant ist.

Somit durfte ich mit vollem Recht meine Sporen als durchaus geeignete Testobjekte ansehen und zu weiteren Versuchen benutzen.

Als Nährboden wurde von nun ab ausschliesslich Bouillon benutzt. Von der Dampfdurchströmung des Katheterinnern wurde zunächst probeweise und bald definitiv Abstand genommen, da deren nach Versuchsreihe III schon sehr wahrscheinliche Ueberflüssigkeit sich bald mit voller Sicherheit ergab.

IV. Versuchsreihe.

Nr.	Katheter	trocken oder feucht	Sterilisationsdauer	Ergebnis
108	Rüsch a. Seide Nr. 13	trocken	30 Sek.	+
109	Rüsch schwarz Nr. 13	feucht	30 „	+
110	Porgés Nr. 18	trocken	60 „	—
111	Rüsch braun Nr. 9	„	60 „	—
112	Rüsch schwarz Nr. 11	feucht	60 „	—
113	Nélaton Nr. 18	„	60 „	+
114	Nélaton Nr. 16	trocken	90 „	—
115	Rüsch schwarz Nr. 11	„	90 „	—
116	Rüsch a. Seide Nr. 15	feucht	90 „	—
117	Rüsch braun Nr. 9	„	90 „	—
118	Rüsch a. Seide Nr. 15	trocken	120 „	—
119	Rüsch doppelt gewebt Nr. 7	„	120 „	+
120	Nélaton Nr. 16	feucht	120 „	—
121	Rüsch doppelt gewebt Nr. 7	„	120 „	—

Alle Kontrollimpfungen mit trocken inficierten Kathetern fielen + aus.

Das Ergebnis dieser Versuchsreihe war, dass zwei Katheter mittlerer Grösse bei nur 30 Sek. langer Sterilisationsdauer nicht steril geworden waren. Alle andern waren bei 60 Sek. langer und längerer Sterilisation keimfrei geworden mit zwei Ausnahmen: 1. eines ganz dünnen mit angetrocknetem Inficiens versehenen Katheters Nro. 7 von geringer Qualität und 2. eines feuchtinficierten Nélaton-Katheters Nro. 18. Die 1. Ausnahme schien zunächst eine Bestätigung der Ansicht, dass dünne, trocken inficierte Katheter auch durch Dampf besonders schwer desinficierbar sind; sie konnte aber auch auf einem Fehler beruhen, wie ein solcher bei dem doch nicht so ganz einfachen Abimpfverfahren wohl einmal unterlaufen konnte.

Um also die Ursache des auffallenden Resultates zu ermitteln, wurde folgende Versuchsreihe angestellt, die zugleich über die allgemeinen Sterilisationsverhältnisse bei feinen Kathetern Aufschluss geben musste.

(Siehe Tabelle V folg. Seite.)

Nach dem Ausfall dieser Versuchsreihe war es wohl erlaubt, das positive Ergebnis des Versuches Nro. 119 einem nicht bemerkten Versehen zur Last zu legen. Ferner lieferten diese Versuche den Beweis, dass die feinkalibrigen Katheter jedenfalls nicht schwerer sterilisierbar

V. Versuchsreihe.

Nr.	Katheter	trocken oder feucht	Sterilisationsdauer	Ergebnis
122	Rüsch doppelt gewebt Nr. 7	trocken	120 Sek.	—
123	dto.	„	120 „	—
124	Rüsch braun Nr. 9	„	120 „	—
125	Rüsch doppelt gewebt Nr. 7	„	120 „	—
126	dto.	feucht	120 „	—
127	Rüsch braun Nr. 7	trocken	90 „	—
128	dto.	feucht	90 „	—
129	Rüsch doppelt gewebt Nr. 7	trocken	75 „	—
130	dto.	feucht	75 „	—
131	Rüsch braun Nr. 7	trocken	60 „	—
132	dto.	feucht	60 „	—
133	Rüsch doppelt gewebt Nr. 7	trocken	45 „	—
134	dto.	feucht	45 „	—
135	Rüsch braun Nr. 7	trocken	30 „	+
136	dto.	feucht	30 „	+

Sämtliche Kontrollimpfungen mit trocken inficierten Kathetern ergaben + Resultate.

sind als die grösseren. Einige weitere Versuche lassen die dünneren Katheter geradezu leichter sterilisierbar erscheinen:

VI. Versuchsreihe.

Nr.	Katheter	trocken oder feucht	Sterilisationsdauer	Ergebnis
137	Rüsch a. Seide Nr. 15	trocken	60 Sek.	—
138	dto.	feucht	60 „	—
139	„	trocken	45 „	—
140	„	feucht	45 „	+

Kontrollimpfungen trocken = +.

Hier hatte also ein Katheter mittlerer Grösse bei 45 Sek. langer Sterilisation sich noch infektiös erwiesen. Um wie viel erheblicher die Schwierigkeiten bei der Sterilisation noch dickerer Katheter sind, werden spätere Versuche mit Nélaton-Kathetern ergeben. Ich komme dort auf diese Frage zurück.

Nun war zunächst noch die Ursache des auffallenden Ergebnisses des Versuches Nro. 113 pag. 718 zu ermitteln. Zu diesem Zweck wurden folgende Versuche angestellt. (S. Tab. VII folg. Seite.)

Die Versuche 147—150 und 153—156 wurden als Nachprüfungen angestellt, nachdem durch die andern bereits ein Anhalt für die kritische Sterilisationsdauer gewonnen war und dann in die Tabelle eingeschaltet. Bei diesen Nachprüfungen wurde das Inficiens im Katheter, soweit dies möglich war, zurückgehalten, so dass eine möglichst grosse Masse infektiösen Materials darin war. Daraus erklären sich die + Ergebnisse der Versuche 149 und 150. Bei 90 Sek. langer Sterilisationsdauer zeigte sich jedoch der Einfluss dieses Infektionsverfahrens bereits überwunden (Versuch 153 und 154).

Das Gesamtergebnis dieser Tabelle war: Das Resultat des Versuches

VII. Versuchsreihe.

Nr.	Katheter	trocken oder feucht	Sterilisationsdauer	Ergebnis
141	Nélaton Nr. 18	trocken	45 Sek.	+
142	dto.	feucht	45 „	+
143	„	trocken	60 „	+
144	„	feucht	60 „	+
145	„	trocken	75 „	—
146	„	„	75 „	—
147	„	feucht	75 „	—
148	„	„	75 „	—
149	„	„	75 „	+
150	„	„	75 „	+
151	„	„	90 „	—
152	„	„	90 „	—
153	„	„	90 „	—
154	„	„	90 „	—
155	„	„	105 „	—
156	„	„	105 „	—
157	„	„	105 „	—
158	„	„	105 „	—
159	„	„	120 „	—
160	„	„	120 „	—
161	„	„	120 „	—

Die Kontrollversuche fielen + aus.

Nro. 113 pag. 718 beruht nicht auf einem Versehen, sondern der zu diesem Versuch verwendete Nélaton-Katheter Nro. 18 bedarf thatsächlich einer 15—30 Sek. längeren Einwirkung des Dampfes, um steril zu werden als entsprechende festelastische Katheter.

Die nähere Besichtigung dieses Nélaton-Katheters Nro. 18 ergab, dass der Katheter, dessen Herkunft mir unbekannt war, eine auffallend starke Wandung hatte, dass ferner das Auge fast 3 cm von der Spitze entfernt war und dass diese nicht ausgefüllt, sondern hohl war. Diese Umstände, sowie die günstigen Resultate mit den feinkalibrigen Kathetern legten mir die Vermutung nahe, dass bei der Methode, die Katheter nur von aussen durch Dampf von 100° C. zu sterilisieren, die gleichzeitige Sterilisation des Lumens viel weniger, ja vielleicht gar nicht von dem Eindringen des Dampfes in das Innere abhänge, bezw. von der Wiederverdampfung der zunächst im Innern des immer etwas Kälte abgebenden Katheters sich bildenden Niederschlages als vielmehr von der direkten Fortleitung der Hitze durch die Wandung des Katheters. Dann musste die Dauer der Sterilisation bei gleicher Infektion abhängen: 1. von der Wandstärke des Katheters, 2. von seinem Kaliber, 3. von der specifischen Wärme des Kathetermaterials und zwar von deren beiden bedingenden Faktoren, dem Wärmeleitungs- und dem Wärmestrahlungsvermögen[1]).

Wie weit das Eindringen des Dampfes an dem Sterilisationsprozess

1) Ich glaube, man ist überhaupt zu geneigt, die Energie der Sterilisationswirkung nur nach dem Medium zu beurteilen, in welchem sich die Gegenstände befinden. Es liegt aber auf der Hand, dass ebenso wie das Wärme-

beteiligt sei, sollte eine Reihe einfacher physikalischer Versuche ergeben. Unter Anwendung mannigfacher Vorsichtsmassregeln mass ich die Menge des in Glasröhren verschiedener Kaliber sich bildenden Niederschlages erstens, wenn diese Röhren in Dampf von 100° C. so hineingelegt waren, dass ihre Mündungen sich in gleicher Höhe befanden; zweitens, wenn der Dampfstrom dabei noch besonders durch das Lumen hindurchgeleitet war. Durch diese Versuche gelangte ich zu der Vermutung, dass ohne besondere Dampfdurchströmung des Katheterinnern nur sehr wenig Dampf in die Röhren hineingelange; eine Vermutung, die sich später als irrig erwies, da ich eine bei den minimalen Niederschlagsmengen, namentlich bei feinen Röhren sehr erhebliche Fehlerquelle übersehen hatte, die mir aus dem im Auspuff durch die Abkühlung der Luft sich bildenden Niederschlag erwuchs, sobald der Dampf durch Röhre und Auspuff strömte.

Diese fehlerhaften Versuche ergaben scheinbar, dass in feinkalibrige Röhren fast gar kein, in weitere nur sehr wenig Dampf hineindrang, wenn die Röhren frei im Dampf lagen.

Die ihnen folgenden bakteriologischen Versuche gingen daher ganz besonders darauf aus, den Einfluss der Wärmeleitung und Wärmeabgabe der Katheterwandungen zu ermitteln, die als Hauptfaktoren der Sterilisation nun in den Vordergrund gerückt erschienen.

Erst am Schluss dieser weiteren bakteriologischen kam ich noch einmal auf die physikalischen Versuche mit Glasröhren zurück, da ich zur Feststellung der Wirksamkeit des Dampfes ein sicheres Verfahren gefunden hatte. Die Ergebnisse dieser letzten physikalischen Versuche teile ich an dieser Stelle mit und will unter ihrer Berücksichtigung die Ergebnisse der Tabellen der bakteriologischen Versuche zu deuten versuchen.

Es handelte sich also darum, direkt zu ermitteln, ob und bis zu welchem Grade der Wasserdampf die Luft aus dem Innern der Katheter verschiedener Kaliber verdrängte, wenn diese einfach in einen dampferfüllten Raum gelegt wurden. Drei Glasröhren, deren Lumina etwa den drei Nummern 7, 18 und 30 (Charrière) der Katheter auf Seide entsprachen, wurden annähernd kreisförmig gebogen, so dass die Enden noch etwa 6 cm von einander entfernt blieben. Um zunächst die Wirkung des durch das Innere geleiteten Dampfstromes festzustellen, wurden die Röhren durch ein kurzes Stück Gummischlauch mit dem konischen Auspuff des Apparates verbunden. Nachdem die Dampfentwicklung ihren Höhepunkt erreicht hatte, wurde der Conus von aussen durch Siegellack

abgabe-Vermögen des Mediums auch das Wärmeaufnahme-Vermögen des zu sterilisierenden Materials den Ausfall der Sterilisation bedingt. Man berühre nur einmal in einem römischen Bade einen hölzernen und einen metallenen Gegenstand. Beide waren dem gleichen wärmeabgebenden Medium ausgesetzt; aber wie verschieden ist die Wirkung! So werden auch metallene Katheter sich in heisser Luft unbedingt viel schneller sterilisieren lassen als elastische.

luftdicht verschlossen, der ganze Apparat schnell von der Flamme gehoben und horizontal in eine Schale mit lauwarmem Wasser untergetaucht. Durch die Fugen des nicht absolut dicht anschliessenden Deckels wurde nun das Wasser durch den Luftdruck in das durch Kondensation des Wasserdampfes entstandene Vacuum hineingepresst. Nachdem sich der Druck ausgeglichen hatte, wurde der Deckel geöffnet. Stets fand sich bei allen 3 Röhren das gleiche leicht vorauszusehende Resultat, dass ihr ganzes Lumen mit Wasser angefüllt war und dass auch der kurze Verbindungsschlauch und der konische Auspuff keine Luft mehr enthielten.

Um nun den entsprechenden Versuch ohne künstlich bewirkte Dampfdurchströmung der Röhrenlumina auszuführen, musste Vorsorge getroffen werden, dass nicht das Wasser die in den Röhren befindliche Luft verdrängen konnte. Zu dem Zweck wurden die Glasröhren etwa 1 cm vor ihren Enden auf beiden Seiten fast rechtwinkelig nach unten gebogen und schräg abgeschnitten, so dass nur ein Punkt ihres Endschrägschnittes auf dem Siebboden auflag. Wurde der Apparat mit einer so hergerichteten Glasröhre horizontal unter Wasser getaucht, so blieben die Röhren völlig mit Luft gefüllt, da der an beiden Enden gleiche hydrostatische Druck das Eindringen des Wassers verhinderte. Nur in die kapillare Röhre drang auf Kosten der Elastizität der ganzen 27 cm langen Luftsäule auf beiden Seiten ca. je einen halben Centimeter hoch Wasser infolge der Kapillarattraktion ein. Da jedoch bei den späteren Versuchen die Luftsäule auf ein Minimum reduciert wird, erhellt, dass dieser Faktor völlig ausser Acht gelassen werden darf. Denn nach dem Boyle-Mariotteschen Gesetz kann bei Luftsäulen von durchschnittlich 1 cm Länge durch den gleichen Druck der Kapillarattraktion nur noch $^1/_{27}$ cm weit Wasser in die Röhre gepresst werden, wenn bei einer Luftsäule von 27 cm Länge 1 cm weit Wasser angezogen wird.

Die Versuche wurden so ausgeführt, dass jedesmal eine der Röhren abwechselnd ausgetrocknet oder unausgetrocknet — einen auffallenden Unterschied der Ergebnisse fand ich dabei nicht — frei in den mit 30 ccm Wasser beschickten Apparat gelegt und nach voller, kräftiger Dampfentwicklung die in der Tabelle angegebene Zeit darin belassen wurde. War diese Zeit verstrichen, so wurde der ganze Apparat schnell horizontal in dem neben der Flamme stehenden Wasserbad untergetaucht. Das Wasser drang dabei durch die Fugen des Deckels und den Auspuff schnell ein.

Die Resultate ergiebt die Tabelle auf folgender Seite.

Nach 1—5 Minuten langem Aufenthalt im Wasserdampf enthielt also ein weites Glasrohr, etwa einem Katheter Nro. 30 (Charrière) entsprechend, im Mittel noch 10 % Luft, ein mittleres, etwa Nro. 18 (Charr.) entsprechend, 6,4 % Luft und ein kapillares, etwa Nro. 7 (Charr.) entsprechend, nur 3,0 % Luft. Ich muss danach annehmen, dass, auch wenn der Zufall merkwürdig mitgespielt haben sollte, doch unter allen Umständen aus einem kapillaren, frei im Dampfe liegenden Glasrohr die Luft

	Länge der Luftblase 5 Min. nach voller Dampfentwicklung		Länge der Luftblase 1/2 Min. nach voller Dampfentwicklung		Mittlerer Luftgehalt des Wasserdampfes in der Röhre
Weites Glasrohr 30 cm lang	1. 5,5 cm 2. 3,2 „ 3. 2,3 „ 4. 2,6 „ 5. 1,8 „ 6. 2,8 „	Mittel 3,0 cm	1. 2,6 cm 2. 1,8 „ 3. 5,5 „ 4. 2,7 „ 5. 1,7 „ 6. 1,8 „ 7. 4,2 „ 8. 0,8 „ 9. 6,2 „	Mittel 3,0 cm	30 : 3 = 100 : 10 **10 %**
Mittleres Glasrohr 25 cm lang	1. 2,0 cm 2. 2,5 „ 3. 2,6 „ 4. 2,0 „ 5. 2,4 „ 6. 1,5 „	Mittel 2,1 cm	1. 4,6 cm 2. 1,3 „ 3. 2,0 „ 4. 0,0 „ 5. 0,2 „ 6. 0,6 „ 7. 0,7 „ 8. 0,0 „ 9. 0,6 „	Mittel 1,1 cm	25 : 1,6 = 100 : 6,4 **6,4 %**
Kapillares Glasrohr 27 cm lang	1. 0,0 cm 2. 0,0 „ 3. 1,0 „ 4. 0,6 „ 5. 1,3 „ 6. 1,1 „	Mittel 0,66 cm	1. 1,2 cm 2. 0,3 „ 3. 1,4 „ 4. 0,0 „ 5. 0,0 „ 6. 0,5 „ 7. 2,7 „ 8. 0,0 „ 9. 3,1 „	Mittel 1,0 cm	27 : 0.8 = 100 : 3 **3,0 %**

durch den Dampf wahrscheinlich erheblich vollständiger, jedenfalls aber nicht weniger vollständig vertrieben wird, als aus einem weiteren. Der geringe Unterschied nach 1/2 und nach 5 Minuten Dampfeinwirkung, sowie die erheblichen Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchen unter gleichen Bedingungen dürfte darauf hindeuten, dass unter den sehr mannigfachen Faktoren, an deren Wirkung hier zu denken ist, die Diffusion die geringste Rolle spielt. Denn diese wirkt langsam und gleichmässig. Ich habe versucht, mir den Vorgang durch folgende Ueberlegung verständlich zu machen: Da beständig neuer Dampf in dem Apparat entwickelt wird, so müssen, wie in einer strudelnden Flüssigkeit, Strömungen und Druckschwankungen in dem Dampfraum auftreten, die beständig wechseln. Tritt nun momentan am einen Ende der Röhre ein vermehrter Druck auf, so muss ein Dampfstrom in das Innere der Röhre dringen. Dieser wird um so weiter vordringen, je weniger Volumina Dampf die Röhre in sich aufzunehmen vermag. So wird vielleicht eine enge Röhre in einem Moment fast ganz vom Dampf durchfegt und nur wenige Luftbläschen bleiben an der Wandung der vom Dampf durchspülten Partie noch haften, während bei der weiten Röhre der Druckunterschied schon ausgeglichen wird, ehe die Dampfsäule weiter als wenige cm vorge-

drungen ist. Durch beständige Druckschwankungen hin und her könnte dann die Luft mehr oder weniger vollständig durch den Dampf herausgespült werden. Ich möchte mit dieser Theorie keine Behauptung aufstellen, sondern nur andeuten, dass das auffallende Ergebnis wohl erklärbar ist. Vermutlich kommen dabei noch mancherlei andere Faktoren in Betracht. Auch darf man die Resultate mit Glasröhren nicht ohne Reserve auf die Verhältnisse bei Röhren aus Gummi u. dgl. übertragen.

Absolut feststehend sind nur die Ergebnisse der bakteriologischen Versuche. Die Resultate der physikalischen Versuche mit anderem Material können nur versuchsweise zur Erklärung herangezogen werden. Da ergiebt sich nun zunächst eine auffallende Uebereintimmung mit den bakteriologischen Versuchen der Reihe V. und VI., die bereits bewiesen haben, dass feinkalibrige. dünnwandige Katheter sich cet. par. leichter sterilisieren lassen als weitkalibrige. Bei diesen zarten Kathetern kommen eben vermutlich zwei einer schnellen Sterilisation günstige Momente zusammen: 1. Schnelle Fortleitung der Wärme durch die dünne Wand. 2. Schnelle und vollständige Vertreibung der Luft durch den eindringenden Dampf.

Umgekehrt ist anzunehmen, dass ein Katheter um so schwerer zu sterilisieren sein wird je weitkalibriger und vor allem je dickwandiger er ist. Dieser Umstand muss sich natürlich am auffallendsten an den dickwandigen Nélaton-Kathetern dokumentieren, während die Unterschiede bei den auch in den weiteren Nummern schwachwandigeren festelastischen Kathetern geringer ausfallen müssen.

Ueber diese Verhältnisse geben die folgenden Versuche Aufschluss und zugleich auch über die Frage, ob bei Kathetern mit nicht ausgefülltem Blasenende dem toten Raum ein Einfluss auf die Dauer der Dampfsterilisation zuzuschreiben ist.

Die Bezeichnungen „bl.“ = blind und „n.bl.“ = nicht blind beziehen sich auf blinde, d. h. ausgefüllte bezw. nicht blinde, d. h. nicht ausgefüllte Blasenenden. Die Katheter waren alle feucht inficiert. (S. Tab. IX folg. S.)

Diese Versuchsreihe bestätigt die Richtigkeit der ausgesprochenen Vermutung vollkommen.

Der Einfluss einer Nichtausfüllung des Blasenendes erweist sich für die Dampfsterilisation als sehr unbedeutend (Versuch Nro. 164 und 170), obwohl bei den Versuchen darauf geachtet wurde, dass der ganze tote Raum von dem Inficiens ausgefüllt war. Der ungünstige Einfluss auf die Sterilisationsdauer dürfte sich jedoch erheblicher bemerkbar machen, wenn ein nicht ausgefülltes Blasenende zum Depot nicht in Flüssigkeit suspendierter und daher schlecht Wärme leitender Stoffe würde. Daher sind

IX. Versuchsreihe.

Nr.	Katheter	Sterilisationsdauer	Ergebnis	Nr.	Katheter	Sterilisationsdauer	Ergebnis
162	Nélaton 17 n. bl.	105 Sek.	—	179	Nelaton 24 n. bl.	105 Sek.	+
163	dto.	90 „	—	180	dto.	90 „	+
164	„	75 „	+	181	„	75 „	+
165	„	60 „	+	182	„	60 „	+
166	„	45 „	+				
167	„	30 „	+	183	Nelaton 30 n. bl.	210 „	—
				184	dto.	195 „	—
168	Nélaton 17 bl.	105 „	—	185	„	180 „	—
169	dto.	90 „	—	186	„	165 „	+
170	„	75 „	—	187	„	150 „	+
171	„	60 „	+	188	„	135 „	+
172	„	45 „	+	189	„	120 „	+
				190	„	105 „	+
173	Nélaton 7 n. bl.	75 „	—	191	„	90 „	+
174	dto.	60 „	—				
175	„	45 „	+	192	Rüsch, braun 30	105 „	—
176	„	30 „	+	193	dto.	90 „	—
				194	„	75 „	+
177	Nélaton 24 n. bl.	135 „	—	195	„	60 „	+
178	dto.	120 „	—				

solche Katheter auch vom Standpunkt der Dampfsterilisation aus durchaus zu verwerfen.

Bezüglich des Kalibers und der Wandstärke sehen wir aus der Tabelle, dass ein Nélatonkatheter Nro. 7 bereits nach 60 Sek. langer Dampfeinwirkung steril wird (Versuch Nro. 174), ein entsprechender Nélatonkatheter Nro. 17 verlangt bereits eine Dauer von 90 Sek. (Nro. 163), ein Nelatonkatheter Nro. 24 braucht 120 Sek. (Nro. 178) und endlich ein Nélaton Nro. 30 volle 180 Sek.

Charakteristisch sind auch die Ergebnisse mit einem weiten, festelastischen Katheter Nro. 30 in der letzten Tabelle (Versuch 193). Dieser hatte bei gleichem äusseren Durchmesser einen erheblich weiteren Innendurchmesser als der Nélatonkatheter. Das Eindringen des Dampfes erfolgte also wahrscheinlich weniger vollkommen als bei dem Nélaton. Gerade hier tritt der überwiegende Einfluss der Wandstärke hervor, der die Sterilisationsdauer trotz besserem Eindringen des Dampfes verzögert. Ganz dasselbe ergiebt sich bei dem Vergleich der Ergebnisse von Versuch Nro. 138 und Nro. 134, pag. 719. Da sehen wir, dass die Unterschiede für festelastische Katheter viel geringer sind. Ein Katheter Rüsch braun Nro. 7 zeigt sich nach 45 Sek., ein solcher auf Seide Nro. 15 nach 60 Sek., ein brauner Nro. 30 nach 90 Sek. langer Dampfeinwirkung sterilisiert. Dies entspricht genau den geringeren Unterschieden der Wandstärke. Somit schien dem eindringenden Dampf eine mehr nebensächliche Rolle zuzukommen. Zu einem kleinen Teil mochte dieser geringe Einfluss auf der die Sterilisationskraft des Wasserdampfes vermindernden Beimengung von Luft — in den Glasröh-

ren 3—10% — beruhen. Um also den Wert der Wirkungen der beiden Sterilisationsfaktoren: 1. der Wärmeleitung durch die Wandung, 2. des eindringenden Dampfes klarzustellen, war es nötig, einen dieser Faktoren auszuschliessen und den andern isoliert wirken zu lassen. Kam dem eindringenden Dampf die geringere Wirkung zu, so musste ein Katheter auch dann ohne erheblich längeren Zeitaufwand steril werden, wenn man ihn auf beiden Seiten verstopfte. Ich führte das in der Weise aus, dass ich Stücke eines Glasstabes in die beiden Oeffnungen feucht inficierter und teilweise mehrere Tage hindurch getrockneter Katheter hineinzwängte.

X. Versuchsreihe.

Nr.	Katheter (verstopft!)	trocken oder feucht	Sterilisationsdauer	Ergebnis
196	Nélaton 17	trocken	60 Sek.	+
197	dto.	„	90 „	+
198	„	„	120 „	—
199	„	„	150 „	—
200	„	„	180 „	—
201	„	feucht	60 „	+
202	„	„	90 „	—
203	„	„	120 „	—
204	„	„	150 „	—

Also nur bei trockener Infektion zeigte sich eine geringe Verlangsamung des Sterilisationsprozesses bei absolutem Ausschluss eindringenden Dampfes!

War es somit erwiesen, dass Wärmeleitung und Wärmestrahlung die massgebenden Faktoren bei der Sterilisation des Katheterinnern sind, so lag die Frage nahe, wie es sich mit der Sterilisationsdauer verhält bei starker Verunreinigung mit schlecht wärmeleitenden infektiösen Stoffen. Anhaftendes Fett, das ja in der Hitze wieder flüssig wird und sich dadurch verteilt, kann hier nur geringen Einfluss üben. Eher schon sind Ansammlungen von Schmutz und Seife in dem hohlen Raum von Kathetern mit hohlen Blasenenden, wie solche bei unsaubern Patienten oft genug vorkommen, verhängnisvoll. Um über diese Verhältnisse Klarheit zu erhalten, mussten die Katheter mit einem sterilen und mit einem bekannten Testmaterial inficierten Stoff verunreinigt werden, der einmal das Wachstum in keiner Weise beeinträchtigte, sodann eine zähe breiige Konsistenz hatte und bei 100° C. nicht dünn flüssig wurde. Diese Eigenschaften bot Weizenstärkekleister in befriedigender Weise. In Fäden angetrocknete Milzbrandsporen keimen im Stärkekleister selbst bei Abwesenheit jeglicher N-haltiger Stoffe. Freilich bilden die eben fertigen Bacillen sofort wieder Sporen, so dass man nur vereinzelte nichtsporulierende entdeckt. Ist also der Kleister auch kein guter Nährboden, so wirkt er doch entwicklungsbegünstigend und nicht hemmend. Dies musste zunächst festgestellt werden; denn bei der

Abimpfung der mit inficiertem Kleister erfüllten Katheter wurden stets sehr erhebliche Mengen dieses Stoffes mit in die Bouillon übertragen.

Zunächst schlugen jedoch alle Versuche fehl, da vermutlich in der Weizenstärke enthalten gewesene sehr resistente Sporen eines dem Heubacillus sehr ähnlichen oder mit ihm identischen Spaltpilzes sich nach der Abimpfung der inficierten und sterilisierten Katheter in Bouillon so rapid entwickelten, dass die etwa ausserdem noch vorhandenen Milzbrandsporen gar nicht zur Entwicklung kamen. Es schien da ein echter oder unechter Antagonismus vorzuliegen, den ich jedoch nicht näher untersucht habe.

Nachdem nun der Kleister in einzelnen Reagensröhrchen wiederholt mehrere Stunden lang im Dampfapparat sterilisiert war, gab ich zu dem etwa 15 ccm enthaltenden Röhrchen ca. 2 ccm einer frisch angefertigten sehr dichten Anthrax-Sporensuspension hinzu und rührte den Brei mit sterilem Glasstab durcheinander. Mit diesem sporenhaltigen Kleister inficierte ich nun die Katheter in der Weise, dass ich ihn in das Lumen hineinsaugte und so viel wieder ablaufen liess, als von selbst herauskam. Der tote Raum im Blasenende war stets völlig mit Kleister angefüllt. Benutzt wurde der ohnehin am schwierigsten zu sterilisierende Nélaton-Katheter Nr. 30. Die Abimpfung geschah in alter Weise.

Zunächst aber wurde wieder die Resistenz der neuen in derselben Weise wie früher auf Kartoffeln gezüchteten Sporen bestimmt. (Vergl. pag. 717. IV. Versuchsreihe a.)

XI. Versuchreihe.

Nr.	Sterilisationsdauer	Sporenfäden in Fliesspapier in kochendes Wasser gehalten	
205	60 Sek.	+	
206	75 „	+	
207	90 „	+	
208	105 „	+	
209	120 „	—	
210	135 „	—	
211	150 „	—	
212	105 „	+	Nachprüfung
213	120 „	—	Nachprüfung

Diese Sporen waren also etwas resistenter als die früheren, die bei 105 Sekunden langer Einwirkung des siedenden Wassers stets zu Grunde gingen.

Die folgende Tabelle XII zeigt die Versuche mit dem durch sporenhaltigen Kleister inficierten Katheter.

Ich glaube, erschwerendere Umstände dürften sich in der Praxis der Dampfsterilisation niemals entgegenstellen. Bedenkt man, dass die Kleister wie die Breie zu den denkbar schlechtesten Wärmeleitern gehören, da in ihnen eine Wärmekonvektion durch Cirkulation

XII. Versuchsreihe.

Nr.	Katheter mit Kleister inficiert	Sterilisationsdauer	Ergebnis
214	Nélaton 30 n. bl.	90 Sek.	+
215	dto.	120 „	+
216	„	150 „	+
217	„	180 „	+
218	„	210 „	+
219	„	240 „	+
220	„	240 „	+?[1])
221	„	270 „	—
222	„	270 „	—
223	„	300 „	—
224	„	300 „	—

der flüssigen Teile verhindert ist, so erklärt sich die vermehrte Schwierigkeit des Sterilisationsprozesses vollständig.

Ausserdem ist zu betonen, dass ich die Milzbrandsporen nur wegen ihrer genau bestimmbaren und gleichbleibenden Resistenz als Testobjekte benutzt habe. In praxi handelt es sich nur um die Vernichtung gegen Hitze sehr viel empfindlicherer Mikroben.

Wenn ich daher 3—4 Minuten als gewöhnliche Sterilisationsdauer für meinen Apparat für angemessen halte, so nehme ich bei dieser gewiss reichlichen Zeitabmessung an, dass man einen gewissen Spielraum in Betracht ziehen muss für den Fall, dass der Spiritus etwas knapp bemessen oder sehr kaltes Wasser genommen wird.

Auch muss man die Veränderlichkeit der Luftdruckverhältnisse — Höhenkurorte — und die mitunter vorkommende Wasserverdünnung des normalerweise 90%igen Brennspiritus berücksichtigen. Einer aus derartigen Einflüssen entspringenden Schädigung dürfte aber bei dieser Zeitabmessung vollauf genügend vorgebeugt sein. Wird doch ein mittlerer Nélaton'scher Katheter selbst bei Infektion mit Milzbrandsporen in einem Drittteil dieser Zeit steril!

Durch die Versuche mit verunreinigten Kathetern möchte ich nicht den Anschein erwecken, als halte ich eine Säuberung der Katheter für nicht unbedingt erforderlich. Unter allen Umständen muss der Katheter nach dem Gebrauch bei Glycerinanwendung mit reinem Wasser gut abgespült und durchgossen werden. Bei Fettanwendung ist ein vorheriges Abseifen nötig oder auch nur ein Abreiben mit einem weichen Tuch. Immer sollte das Katheterauge

1) Bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sich am 6. Tag neben abgestorbenen in ihrer Form veränderten Bacillen auch einige gut ausgebildete 4—6gliedrige Fäden. Indessen zeigte die 10 Tage lang beobachtete Kultur keine weitere Vermehrung.

einer besonderen Säuberung mit einem Tuchzipfel oder dergl. unterzogen werden. Alles weitere halte ich allerdings bei Anwendung der Dampfsterilisation und regelmässigem Gebrauche eines Katheters für unnötige Mühe.

Auf Anregung des Herrn Professors v. Baumgarten kontrollierte ich nachträglich noch die Sicherheit des gewählten Infektions- und Abimpfverfahrens durch einige Tierversuche.

Diese wurden so ausgeführt, dass den betreffenden Versuchstieren Stücke eines mit Milzbrandsporen inficierten und mit Dampf sterilisierten Katheters unter die Rückenhaut gebracht wurden. Um eine möglichst lange Fläche des Katheterinnern mit den Körpersäften in Berührung zu bringen, wurde ein etwa 5—6 cm langes, nach erfolgter Sterilisation aus der Mitte der Katheter herausgeschnittenes Stück der Länge nach mit steriler Schere gespalten. Dann wurde die eine Längshälfte wieder in der Mitte quer durch geteilt. Die beiden Stücke dieser Längshälfte wurden nun dem Tier in eine unter der Rückenhaut angelegte Tasche eingebracht. Die Operation wurde unter aseptischen Kautelen vorgenommen und die Wunde sofort nach Einführung der Stücke durch die Naht geschlossen und mit Airolpaste bedeckt. Freilich suchten sich die Tiere möglichst dieses Schutzverbandes zu entledigen, so dass viele an nachträglicher Infektion zu Grunde gingen, nachdem die Wunde anfangs durchaus reaktionslos war. Dies macht jedoch für die Beweiskraft der Versuche wenig aus, wenn man die rapide Wirkung der Milzbrandinfektion in Rechnung zieht. Ich habe daher die Versuche mit dem 9. Tage als abgeschlossen betrachtet.

XIII. Versuchsreihe.

Nr.	Tier	Katheter	Sterilisationsdauer	Ergebnis und Befund
225	Maus	Nélaton 8	150 Sek.	Blieb am Leben. Wunde reaktionslos.
226	Meerschwein	„ 7	120 „	Lebend am 9. Tag. Wunde anfangs reaktionslos, später vom Tier aufgescheuert, Fäden herausgerissen.
227	Meerschwein	„ 7	90 „	Lebend am 9. Tag. Tod am 10. Tag. Wunde reaktionslos. Kein Oedem. Keine Bakterien im Milzausstrichpräparat.
228	Meerschwein	„ 8	60 „	Blieb am Leben.
229	Maus	„ 7	30 „	Tod innerhalb 36 Stunden. Kein Oedem. Milzbrand.
230	Meerschwein	„ 8	30 „	Tod innerhalb 72 Stunden. Starkes Oedem. Milzbrand
231	Meerschwein	„ 8	inficiert getrocknet und nicht sterilis.	Tod innerhalb 60 Stunden. Schwaches Oedem. Milzbrand.

Offenbar wird durch diese Tierversuche die Zuverlässigkeit der Kulturversuche durchaus bekräftigt. Es dürften wohl auch aus-

nahmslos aseptische Wundheilungen zu erzielen sein bei sehr sorgfältiger Ueberwachung und Unterbringung der Tiere. Die Maus (Versuch Nr. 225), die ich in einem Drahtkäfig im Zimmer unter eigener Pflege hielt, erholte sich vorzüglich, obwohl sie nach der Operation sehr erschöpft und wie erstarrt war, während die Meerschweine zunächst in keiner Weise alteriert schienen, später aber z. T. an intercurrenten Krankheiten eingingen.

Erst als die Ergebnisse meiner Arbeit schon in engen Grenzen feststanden, wurde ich durch ein Referat im Centralblatt für Chirurgie vom November 1897 auf eine bereits im Dezember 1896 erschienene neue Arbeit Alapy's[1]) aufmerksam. Sehr erfreulich war es mir, in Alapy's Arbeit eine gewisse Uebereinstimmung zu finden, die um so mehr Wert haben dürfte, als meine Resultate völlig unabhängig von denen Alapy's gewonnen wurden. Alapy hat wieder nach seinem pag. 8 bereits geschilderten Verfahren experimentiert, indem er die, in eine, durch Wattestopfen beiderseits verschlossene, weite Glasröhre eingelegten, mit Fliesspapier locker umgebenen Katheter dem strömenden Dampf von 100° C. aussetzte. Durch die Thatsache, dass die mit Milzbrandsporen inficierten Katheter trotz dieser Umhüllungen in 10 Minuten stets steril wurden, kommt er zu der präzis ausgesprochenen Ansicht, dass die Dampfdurchströmung des Katheterinnern eine unnötige Komplikation sei.

Da sich Alapy mit lauter negativen Resultaten begnügt, verlangt er jedoch immer noch sicherheitshalber eine Sterilisationszeit von 15—20 Minuten. Die sterilisierende Wirkung schreibt er lediglich dem eindringenden Dampf zu, ohne die Frage zu erörtern, ob dabei nicht auch andere Faktoren mitsprechen. Ich gebe aber zu, dass bei seinem Sterilisationsverfahren, bei welchem die Katheter senkrecht im Dampf stehen, die Luft infolge ihrer Schwere wahrscheinlich sehr schnell und vollständig aus dem Katheterinnern vertrieben wird. Einen besonderen Wert kann ich aber diesem Umstand nach meinen Versuchen nicht beimessen. Das ziemlich umständliche, gegen früher nicht vereinfachte Verfahren kann nur beim Vorhandensein grösserer Dampfsterilisatoren Verwendung finden.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen möchte ich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Die massgebenden Faktoren bei der Kathetersterilisation durch

1) Alapy. Zur Frage der Kathetersterilisation. Centralbl. f. d. Krkh. d. Harn- u. Sex.-Org. 1896. Bd. III. Heft 9 u. 10.

Dampfeinwirkung von aussen sind Wärmeleitungs- und Wärmestrahlungsvermögen des Kathetermaterials, Wandstärke und Kaliber der Katheter. Die Wirkung des eindringenden Dampfes ist als ein nebensächlicher Faktor anzusehen.

2. Die Vorteile einer Dampfdurchströmung des Katheterinnern durch besondere Vorrichtungen bei gleichzeitiger äusserer Dampfeinwirkung sind so unbedeutend, dass sie praktisch nicht in Betracht kommen. Derartige Vorrichtungen sind, sobald die Einfachheit der Apparate darunter leidet, eine unbegründete Komplikation der Sterilisationstechnik elastischer Katheter.

3. Je dünnwandiger und feinkalibriger ein elastischer Katheter ist, um so schneller geht der Sterilisationsprozess im Dampf vor sich; je dickwandiger und weiter, um so langsamer.

4. Der verzögernde Einfluss vorheriger Antrocknung des Infektionsmaterials an die Katheterwandungen auf die Sterilisationsdauer ist so unbedeutend, dass er praktisch nicht in Betracht kommt.

5. Die Sterilisationsdauer elastischer Katheter in reichlich entwickeltem Wasserdampf von 100° C. braucht höchstens 3—4 Minuten zu betragen.

Zum Schluss möchte ich auch noch an dieser Stelle meinen hochverehrten Lehrern, den Herren Professoren von Bruns und von Baumgarten, meinen Dank aussprechen für das freundliche Interesse und die gütige Unterstützung, die sie der vorliegenden Arbeit haben zu teil werden lassen.